

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Иркутская государственная сельскохозяйственная академия**

Кафедра «Технический сервис и общеинженерные дисциплины»

С.В. Агафонов, М.В. Охотин

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ, ИНСТРУМЕНТЫ
И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ
НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ**

Учебно – методическое пособие

Иркутск 2013



А 235

Агафонов С.В., Охотин М.В.

А 235

Материаловедение и технология конструкционных материалов. Сверлильные станки, инструменты и приспособления для работы на сверлильных станках : учеб. – метод. пособие. – Иркутск : Изд-во ИрГСХА, 2013. – 56 с.

Рекомендовано к печати научно-методическим советом Инженерного факультета Иркутской государственной сельскохозяйственной Академии (протокол № 9 от 23 мая 2013 г.).

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент **П.И. Ильин**, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка и безопасности жизнедеятельности» ФГБОУ ВПО Инженерного факультета Иркутской государственной сельскохозяйственной Академии;

кандидат технических наук, доцент **Н.Г. Филиппенко**, кафедра «Технологии ремонта транспортных средств и материаловедения» факультета Транспортные системы ФГБОУ ВПО Иркутского государственного университета путей сообщения.

Приведены основные типы сверлильных станков, дано объяснение частей и кинематики вертикально-сверлильного станка 2А125. Показаны приёмы сверления различных отверстий, основные виды инструментов и приспособлений для сверлильных станков. Приведены немые кинематические схемы сверлильных станков для самостоятельного изучения.

Методическое пособие подготовлено на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта и программы дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», предназначено для бакалавров обучающихся по направлениям подготовки 110800 - «Агроинженерия», 051000 - «Профессиональное обучение» в качестве учебно-методического пособия к лабораторно-практическим занятиям и для самостоятельной работы.

СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ, ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с основными типами сверлильных и расточных станков.
- 2 Изучить основные части и кинематику вертикально-сверлильного станка марки 2А125.
- 3 Ознакомиться с основными типами инструментов для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки, метчики).
- 4 Ознакомиться с приспособлениями для сверлильных станков.
- 5 Самостоятельно на немых кинематических схемах показать способы закрепления на валах элементов привода (шкивов, шестерён, муфт и др.) – приложения Б, В.

ОТЧЁТНОСТЬ

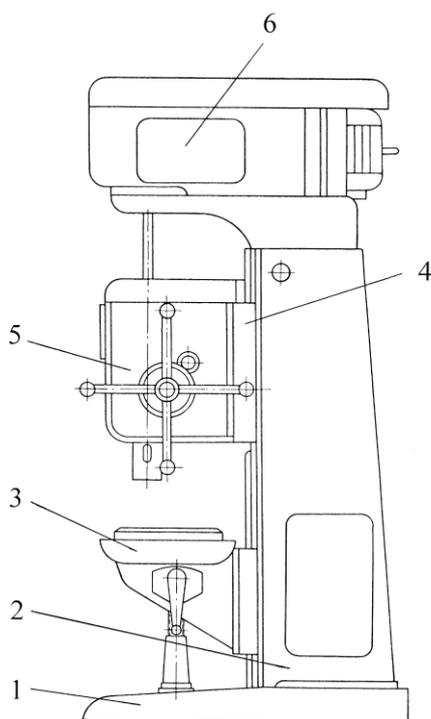
- 1 Кратко описать основные типы станков сверлильно-расточной (второй) группы.
- 2 Изучить, кратко описать кинематическую схему станка 2А125.
- 3 Составить кинематическую формулу (коробки скоростей, коробки подач) и рассчитать одну из имеющихся скоростей (подач) согласно индивидуального задания.
- 4 Изучить и описать с обозначением основных частей и геометрии следующие инструменты:
 - сверло спиральное;
 - зенкер хвостовой;
 - развертку ручную;
 - метчик ручной.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Металлорежущие станки классифицируют по цифровой системе обозначения моделей станков (приложение А). Согласно этой классификации сверлильные и расточные станки относятся ко второй группе. Различают следующие *типы* сверлильных станков:

- 1 – вертикально-сверлильные (рисунок 1);
- 2 – полуавтоматы одношпиндельные;
- 3 – полуавтоматы многошпиндельные;
- 5 – радиально-сверлильные (рисунок 2);
- 8 – горизонтально-сверлильные;
- 9 – разные сверлильные.

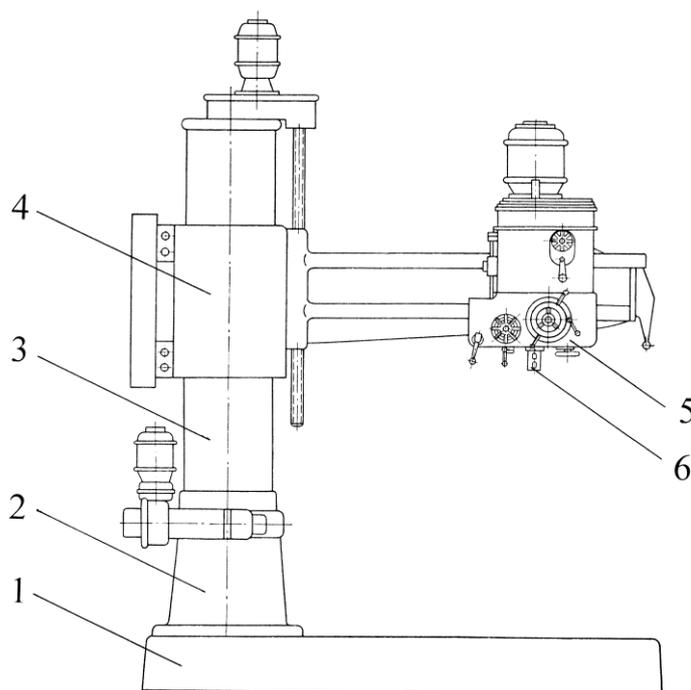
К группе сверлильных станков можно также отнести центральные станки, которые служат для получения в торцах заготовок центровых отверстий.



- 1 – фундаментная плита; 2 – колонна; 3 – рабочий стол;
- 4 – кронштейн; 5 – коробка подач; 6 – коробка скоростей

Рисунок 1 – Вертикально-сверлильный станок

Основными размерами сверлильных станков являются наибольший условный диаметр сверления, размер конуса шпинделя, вылет шпинделя, наибольший ход шпинделя, наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола и до фундаментной плиты и др.



1 – фундаментная плита; 2 – колонна неподвижная; 3 – колонна подвижная; 4 – рукав; 5 – сверлильная головка; 6 – шпиндель

Рисунок 2 – Радиально-сверлильный станок

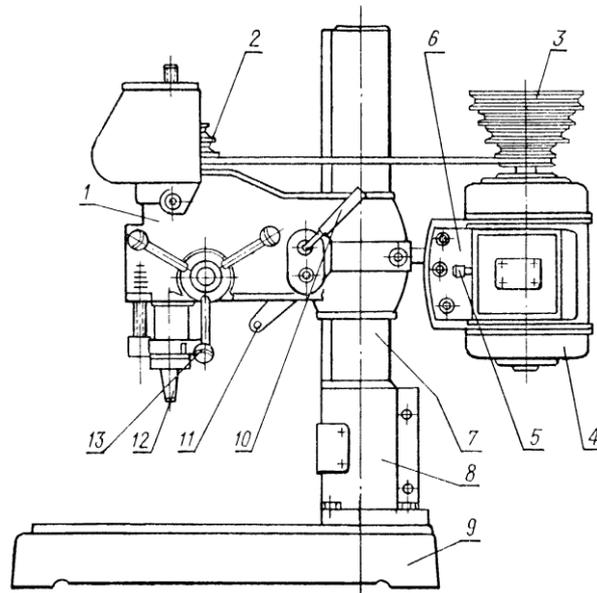
По степени универсальности сверлильные станки разделяются на три основные группы:

1 *Универсальные* или общего назначения:

– вертикально-сверлильные с диаметром сверления до 80 мм (к ним относятся и настольные с диаметром сверления до 12 мм, рисунок 3), одношпиндельные, многошпиндельные и др.

– радиально-сверлильные (с неподвижной и поворотной головками, переносные).

2 *Специализированные* станки: агрегатные, групповые и др.



1 – шпиндельная бабка; 2 – шкив шпинделя; 3 – ступенчатый шкив; 4 – электродвигатель; 5 – вилка; 6 – плита двигателя; 7 – колонна; 8 – кронштейн; 9 – плита; 10, 11, 13 – рукоятки; 12 – шпиндель

Рисунок 3 – Настольно-сверлильный станок

3 *Специальные* станки: для глубокого сверления, автоматы и полуавтоматы.

На универсальных станках выполняют основные технологические операции обработки отверстий.

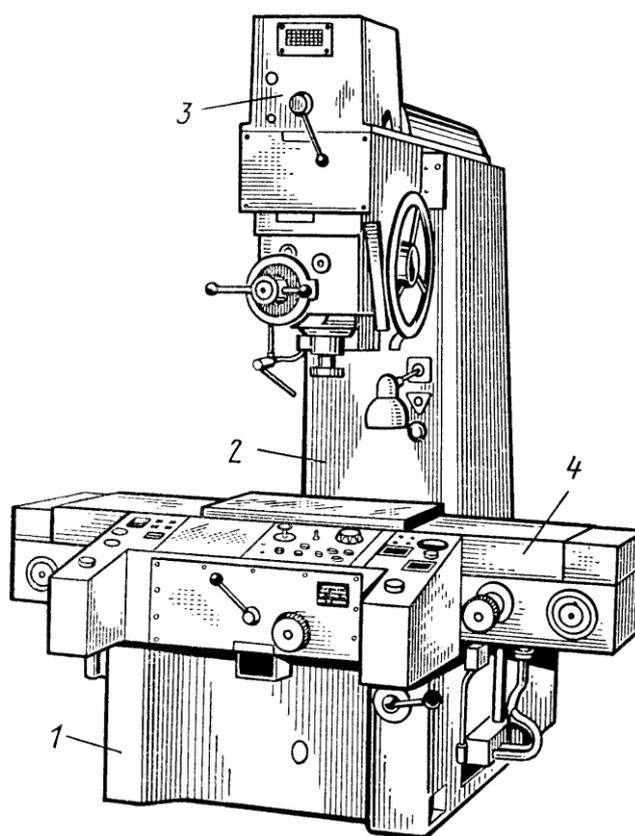
Специализированные и специальные станки предназначены для ограниченного количества операций над определенными деталями.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

Ко второй группе станков относятся также и расточные станки. Различают координатно-расточные (рисунок 4), горизонтально-расточные (рисунок 5) и алмазно-расточные станки.

Координатно-расточные станки применяют в единичном производстве для обработки деталей с точным расположением осей отверстий (рисунок 4). На координатно-расточных станках можно размечать и центровать, сверлить, развёртывать и окончательно растачивать отверстия, обрабатывать фасонные контуры, фрезеровать торцы бабышек и др. Станки бывают одно- и двухстоечные.

Точные расстояния между осями обработанных отверстий и принятыми базовыми поверхностями получают на этих станках без применения каких-либо приспособлений для направления инструмента.

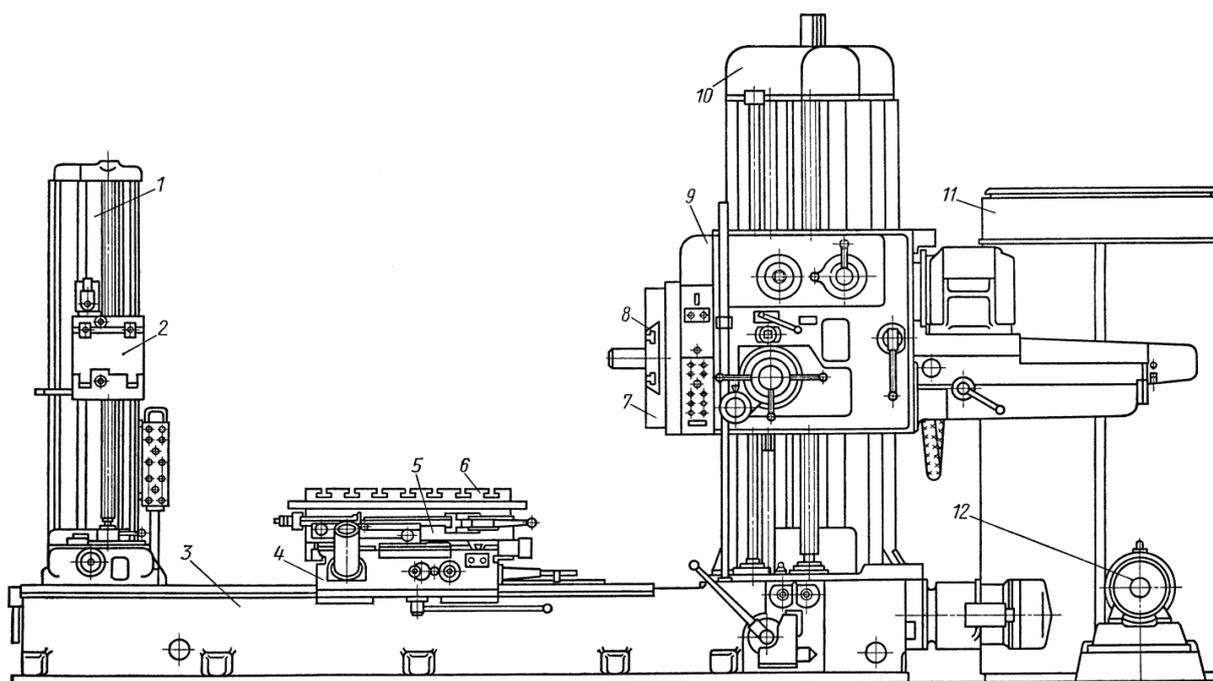


1 – станина; 2 – стойка; 3 – шпиндельная бабка; 4 – стол

Рисунок 4 – Координатно-расточной станок

Для точного отсчета перемещений подвижных узлов станка (точность перемещения стола может достигать 0,001 мм) координатно-расточные станки имеют специальные устройства: точные ходовые винты с лимбами и нониусами, жёсткие и регулируемые концевые меры вместе с индикаторными устройствами, точные линейки в сочетании с оптическими приборами и индуктивные проходные винтовые датчики.

Горизонтально-расточные станки предназначены для обработки деталей больших размеров и массы (рисунок 5). На них можно растачивать, сверлить, зенкеровать и развертывать отверстия, нарезать наружную и внутреннюю резьбы, цековать и фрезеровать поверхности.



1 – задняя стойка; 2 – люнет; 3 – станина; 4 – продольные салазки стола; 5 – поперечные салазки стола; 6 – поворотный стол; 7 – планшайба; 8 – радиальный суппорт; 9 – шпиндельная бабка; 10 – передняя стойка; 11 – шкаф электрооборудования; 12 – электромашинный агрегат

Рисунок 5 – Горизонтально-расточной станок

Алмазно-расточные станки предназначены для финишной обработки отверстий, обеспечивают высокую точность геометрической формы и малую шероховатость поверхности отверстий.

Эти станки применяются для растачивания корпусных деталей станков, цилиндров двигателей внутреннего сгорания и других деталей, требующих высокой точности обработанных отверстий и малой шероховатости поверхности.

ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ВЕРТИВАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Вертикально-сверлильные станки – наиболее распространённый тип сверлильных станков. Эти станки универсальны: на них, кроме сверления и рассверливания, можно зенкеровать, развёртывать и растачивать отверстия, подрезать (цековать) торцы и нарезать резьбу метчиками.

Вертикально-сверлильные станки выпускают в *обыкновенном* варианте (на колонне с вертикально расположенным шпинделем, устанавливаемые на полу) и в *настольном*. Это наиболее распространённый тип станков, обеспечивающих обработку при неизменном положении шпинделя и перемещении обрабатываемой заготовки при ее установке для обработки.

Общий вид вертикально-сверлильного станка показан на рисунке 1. На фундаментной плите 1 смонтирована колонна 2. В верхней части колонны расположена коробка скоростей 6, через которую шпинделю с режущим инструментом сообщают главное вращательное движение. Движение подачи (поступательное вертикальное) инструмент получает через коробку подач 5, расположенную в кронштейне 4. Заготовку устанавливают на столе 3. Стол и кронштейн имеют установочные перемещения по вертикальным направляющим колонны 2.

Совмещение вращения инструмента с заданной осью отверстия достигается перемещением заготовки.

С целью расширения технологических возможностей сверлильных станков они иногда снабжаются дополнительными головками (многошпиндельными и многопозиционными, для увеличения числа оборотов и др.).

Для одновременной обработки нескольких отверстий применяют многошпиндельные вертикально-сверлильные станки. Шпиндели на этих станках устанавливают в сверлильной головке в зависимости от расположения отверстий в заготовке.

Сверление сквозного отверстия показано на рисунке 6 а. Режущим инструментом служит спиральное сверло. В зависимости от требуемой точности и величины партии обрабатываемых заготовок отверстия сверлят в кондукторе или по разметке.

Рассверливание – процесс увеличения диаметра ранее просверленного отверстия сверлом большего диаметра (рисунок 6 б). Диаметр отверстия под рассверливание выбирают так, чтобы поперечная режущая кромка в работе не участвовала. В этом случае осевая сила уменьшается.

Зенкерование – предварительная обработка литых, штампованных или просверленных отверстий под последующее развертывание, растачивание или протягивание (рисунок 6 в). Зенкерование может быть и окончательной операцией. В отличие от рассверливания зенкерование обеспечивает большую производительность и точность обработки.

Развертывание – окончательная обработка цилиндрического или конического отверстия разверткой (обычно после зенкерования) в целях получения высокой точности и малой шероховатости обработанной поверхности (рисунки 6 г, д).

Цекование – обработка торцевой поверхности отверстия торцовым зенкером – цековкой, для достижения перпендикулярности плоской торцевой поверхности к его оси (рисунок 6 е).

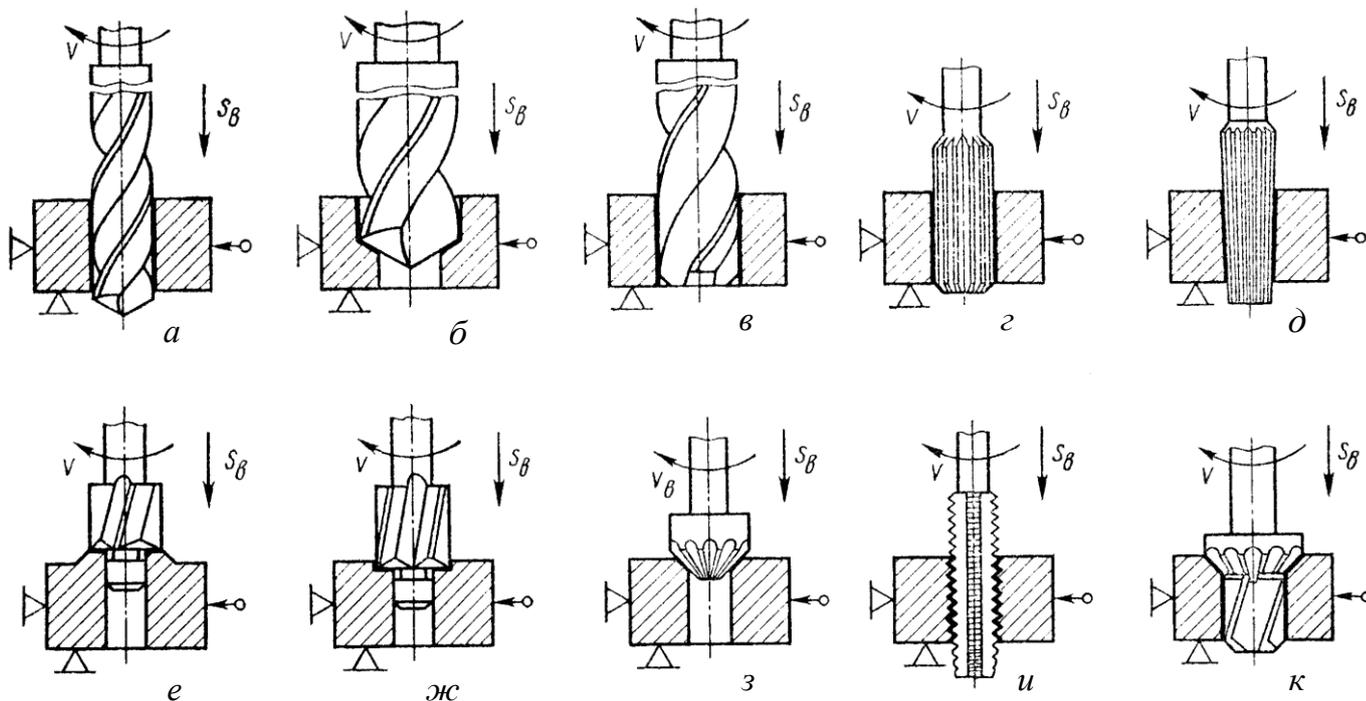


Рисунок 6 – Основные схемы обработки заготовок на сверлильных станках:

a – сверление; *б* – рассверливание; *в* – зенкерование;
г, д – развёртывание; *е* – цекование; *ж, з* – зенкование;
и – нарезание резьбы; *к* – обработка отверстия сложного профиля

Зенкованием получают в имеющихся отверстиях цилиндрические или конические углубления под головки винтов, болтов, заклёпок и других деталей. На рисунках *б ж, з* показано зенкование цилиндрического углубления цилиндрическим зенкером (зенковкой) и конического углубления коническим зенкером.

Нарезание резьбы – получение на внутренней цилиндрической поверхности с помощью метчика винтовой канавки (рисунок *б и*).

Отверстия сложного профиля обрабатывают с помощью комбинированного режущего инструмента. На рисунке *б к* показан комбинированный зенкер для обработки двух поверхностей: цилиндрической и конической.

ВЕРТИКАЛЬНО – СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК 2А125

Станок 2А125 с максимальным диаметром сверления 25 мм за один проход в стали средней твердости ($\sigma_B = 500 - 600$ МПа) состоит из следующих основных частей: станины (колонна с фундаментной плитой), коробки скоростей, коробки подач, шпинделя (с конусом Морзе №3) и рабочего стола.

На рисунке 7 приведена кинематическая схема станка 2А125. Станок имеет 9 скоростей шпинделя от 97 до 1350 об/мин и 9 подач от 0,1 до 0,81 мм/об.

Кинематика главного движения, т. е. вращение шпинделя станка, может быть условно записана следующим образом

$$n_{\text{шп}} = 1430 \cdot \frac{114}{152} \cdot \frac{\frac{23}{72} \cdot \frac{36}{45}}{\frac{37}{58} \cdot \frac{54}{27}} \cdot \frac{54}{18} \cdot \frac{54}{63},$$

где $n_{\text{шп}}$ – число оборотов шпинделя, об/мин

1430 - число оборотов электродвигателя, об/мин;

Ø 114 - диаметр шкива электродвигателя, мм;

Ø 152 - диаметр шкива на I валу коробки скоростей, мм.

Таким образом на шпинделе получаем 9 чисел оборотов.

В числителе стоят числа зубьев ведущих зубчатых колес, в знаменателе – ведомых.

В передаче вращения от электродвигателя к шпинделю, кроме шкивной передачи, участвуют два тройных скользящих зубчатых блока (23-37-25 и 36-54-18).

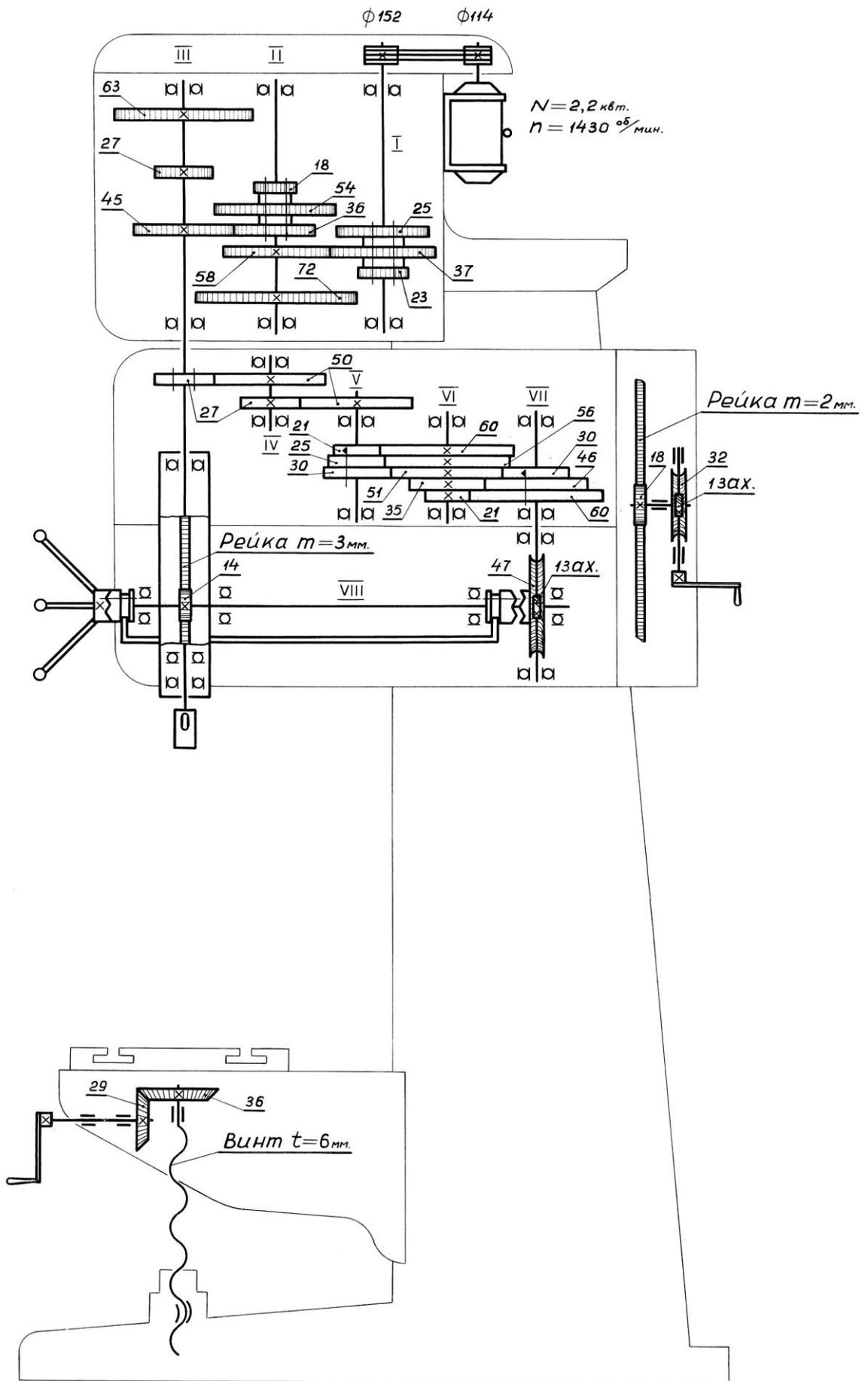


Рисунок 7 – Кинематическая схема станка 2A125

Так как подача измеряется в мм на 1 оборот шпинделя (независимо от скорости), то уравнение движения подачи примет следующий вид

$$S = 1 \cdot \frac{27}{50} \cdot \frac{27}{50} \cdot \frac{25}{56} \cdot \frac{35}{46} \cdot \frac{1_{\text{зах}}}{47} \cdot \frac{21}{30} \cdot \frac{51}{21} \cdot \frac{30}{60} = 14,3, 14,3,$$

где S = подача, мм/об;

$m = 3$ мм – модуль рейки шпинделя и, следовательно, шаг зацепления зубчатого колеса $z = 14$ с рейкой будет равен $t = \pi \cdot m = 3,14 \cdot 3$

Получаем в итоге 9 подач.

Станок оснащен механизмом перемещения коробки подач по направляющим колонны для настройки станка при обработке различных по размерам деталей. Механизм имеет ручной привод и состоит из червячной пары и реечного механизма, рейка которого закреплена на колонне.

У всех типоразмеров вертикально-сверлильных станков кинематические схемы построены по одному принципу.

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Сверление один из широко распространенных методов получения отверстий в различных деталях. В качестве режущего инструмента при сверлении отверстий применяют различные типы сверл. В процессе сверления сверло находится в более тяжёлых условиях, чем резец и многие другие инструменты. Сверло обычно работает в сплошном материале, благодаря чему затрудняется отделение и вывод стружки, появляются дополнительное трение сверла о стенки отверстия и значительный нагрев.

Сверла по конструкции подразделяются на перовые, спиральные, центровочные и свёрла для глубоких отверстий (шнековые, кольцевые, пушечные и др.).

Перовые (лопаточные) свёрла

Перовые (лопаточные) свёрла являются самой старой конструкцией. Свёрла этого типа состоят из трех частей: режущей части, представляющей собой лопатку с тремя режущими кромками, стержня и хвостовика (рисунок 8).

Достоинство перовых свёрл – простота изготовления и заточки, недостаток – малая производительность, низкая геометрическая и размерная точность получаемого отверстия.

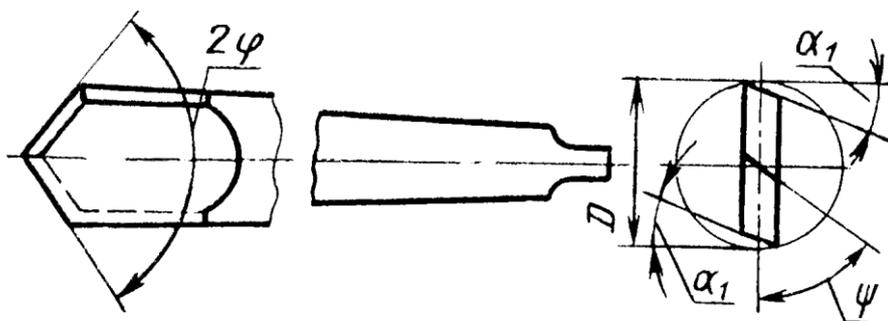


Рисунок 8 – Перовое (лопаточное) сверло

Спиральные свёрла

Спиральные свёрла получили наибольшее распространение. Это объясняется их высокой стойкостью и производительностью, а также повышенной точностью получаемого отверстия (11-12 качество точности) и шероховатостью поверхности $Rz\ 20$, $Rz\ 40$.

Спиральное сверло состоит: из рабочей части, шейки и хвостовика (рисунок 9). На рабочей части имеются две спиральные (стружечные) канавки, образующие два рабочих зуба (пера). Рабочая часть включает режущую и цилиндрическую (направляющую) части с двумя ленточками, обеспечивающими направление сверла в отверстии и зачистку обработанной поверхности.

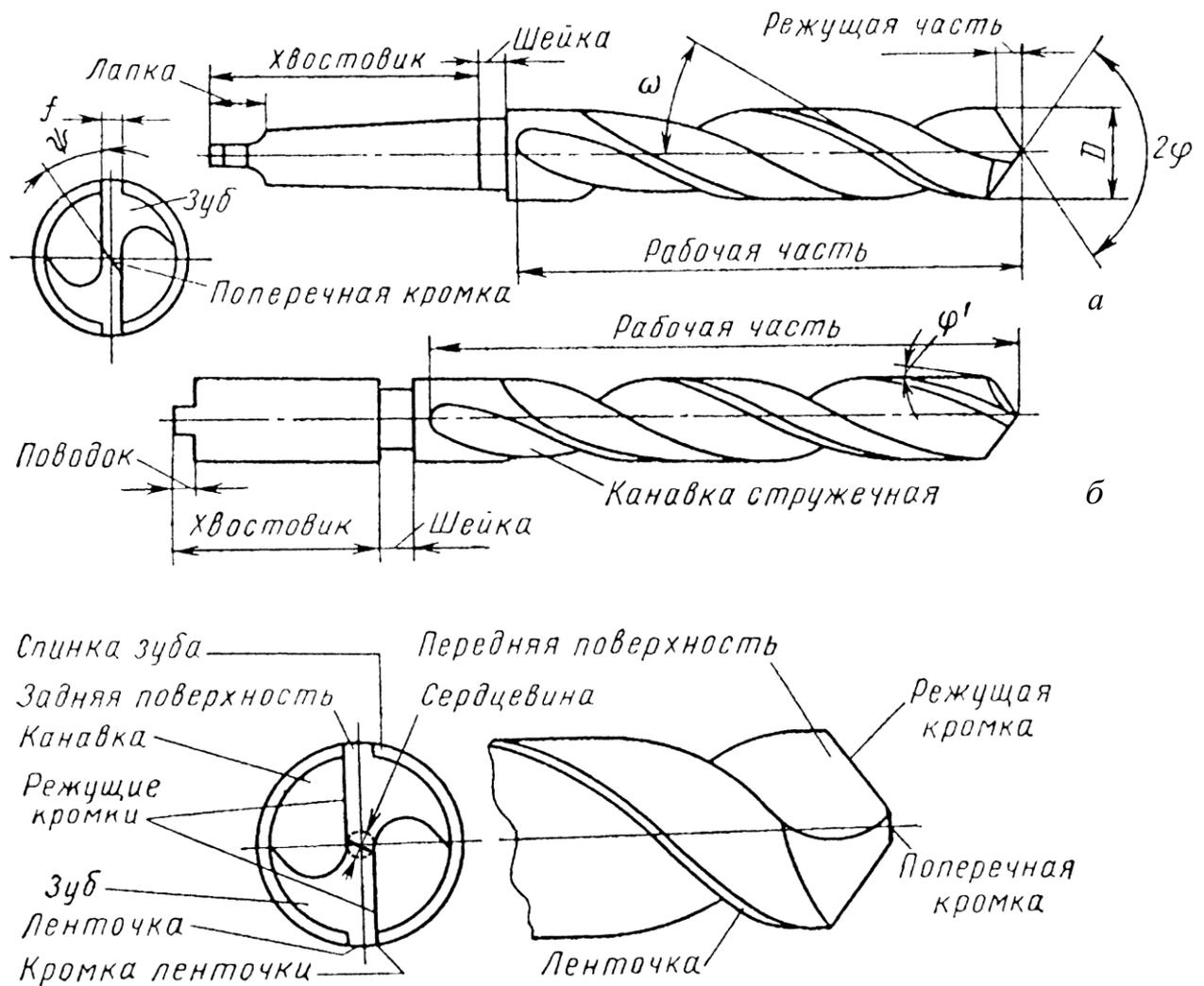


Рисунок 9 – Основные части спиральных свёрл:

a – с коническим хвостовиком;

б – с цилиндрическим хвостовиком

Режущая часть располагает двумя главными режущими кромками выполняющими основную работу резания, а также поперечной кромкой (на перемычке сверла).

Таким образом, *сверло имеет пять режущих кромок – две главные, поперечную перемычку и две ленточки.*

Шейка сверла – промежуточная часть, соединяющая рабочую часть с хвостовиком. Конический хвостовик служит для закрепления сверла в шпинделе (рисунок 9 а).

Спиральные свёрла с цилиндрическим хвостовиком (рисунок 9 б) служат для сверления отверстий диаметром до 20 мм. Крепятся в патронах. Изготавливаются из быстрорежущих сталей марок P9, P18, а также армируются пластинками из металло-керамических порошковых твердых сплавов марок T5K10, BK и др. Выпускают твердосплавные цельные свёрла для сверления труднообрабатываемых материалов.

В обоснованных случаях допускается изготовление свёрл (особенно малых диаметров) из легированной стали марки 9ХС. Свёрла из сталей марок P9, P18, начиная с диаметра 8 мм, делают с приваренными хвостиками изготовленными из стали марок 45 и 40Х.

Спиральные свёрла с коническим хвостиком применяются для сверления отверстий диаметром от 6 до 80 мм. Крепятся свёрла непосредственно в коническом отверстии шпинделя сверлильного станка, в пиноли задней бабки токарного станка или с использованием переходных конических втулок. Изготавливаются из тех же материалов, что и свёрла с цилиндрическим хвостиком. Лапка у свёрл с коническим хвостиком не позволяет сверлу провернуться и служит упором при выбивании из гнезда.

Спиральные свёрла выпускаются: короткой, средней и удлиненной серий. Отличаются они длиной рабочей части. Например, сверло диаметром 20 мм короткой серии имеет длину рабочей части 65 мм, средней (основной) серии 140 мм, а удлиненной – 220 мм.

Центровочные свёрла

Центровочные свёрла служат для образования центровых отверстий на торцах заготовок, для закрепления последних при их обработке в центрах. Они подразделяются:

- простые (рисунок 10 а), применяемые в комплекте с зенковкой (рисунок 10 б);
- комбинированные для отверстий без предохранительного конуса (рисунок 10 в);
- комбинированные с предохранительным конусом (рисунок 10 г).

Центровочные свёрла закрепляются в сверлильных патронах, которые устанавливаются в пиноли задней бабки токарных станков или в шпинделе сверлильных станков. Изготавливаются свёрла из быстрорежущей стали марок Р9, Р12, Р18.

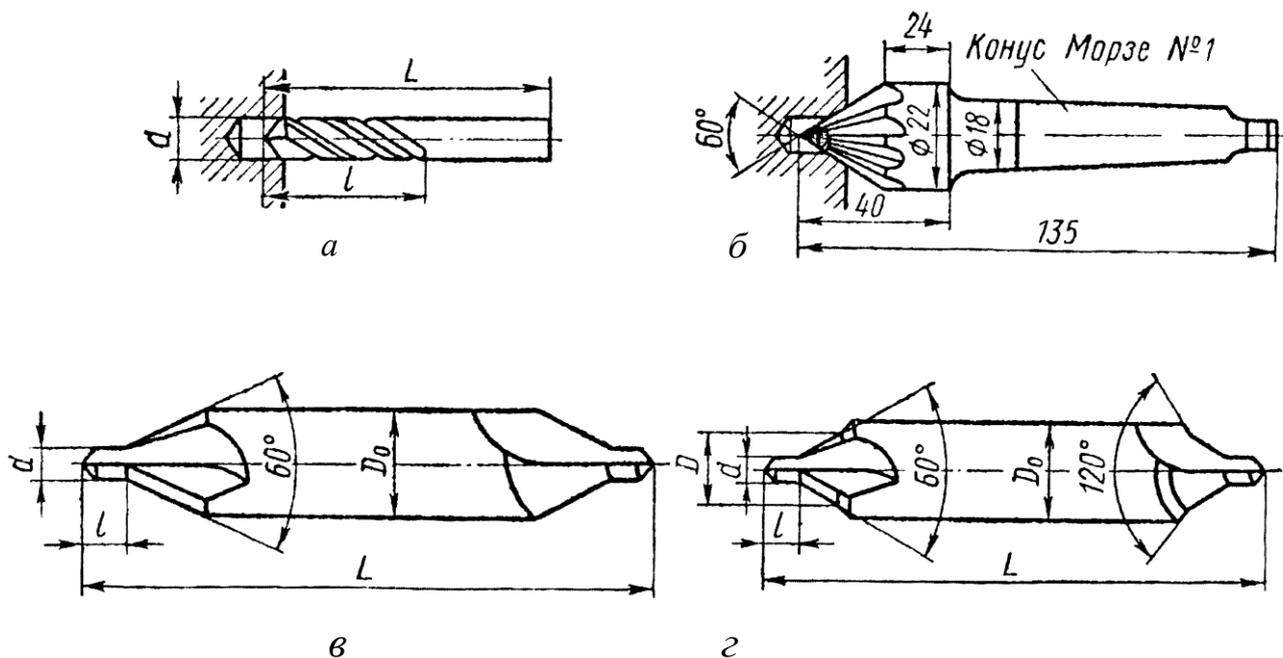


Рисунок 10 – Центровочные свёрла:
а – простые; б – комбинированные без предохранительного конуса; в – зенковка коническая; г – комбинированные с предохранительным конусом (120°)

Свёрла для глубоких отверстий

Если глубина отверстий превышает $5D$, то такие отверстия принято называть глубокими. Можно обеспечить глубокое сверление, если использовать длинное сверло с обычными геометрическими параметрами и сверлить, часто приостанавливая процесс и вынимая сверло с тем, чтобы охладить его и удалить накопившуюся стружку. Такое сверление (оно носит название «шаг за шагом») малопродуктивно. Для получения глубоких отверстий хорошего качества и при высокой производительности применяют сверла специальных конструкций.

Свёрла *шнековые* (от немецкого *Schnecke* – улитка) используют при обработке отверстий длиной более 10 диаметров без периодического вывода сверла из заготовки (рисунок 11). Шнековое сверло изготовленное из быстрорежущей стали обеспечивает высокопроизводительную обработку с увеличенной подачей отверстий диаметром 10 – 14 мм в чугуне, стали, легких сплавах.

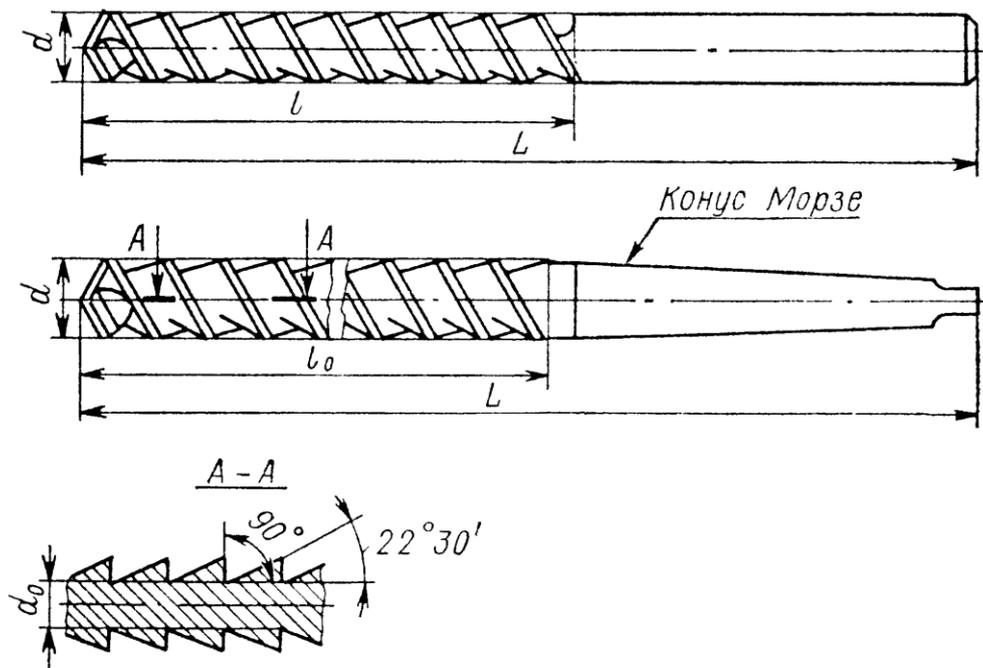
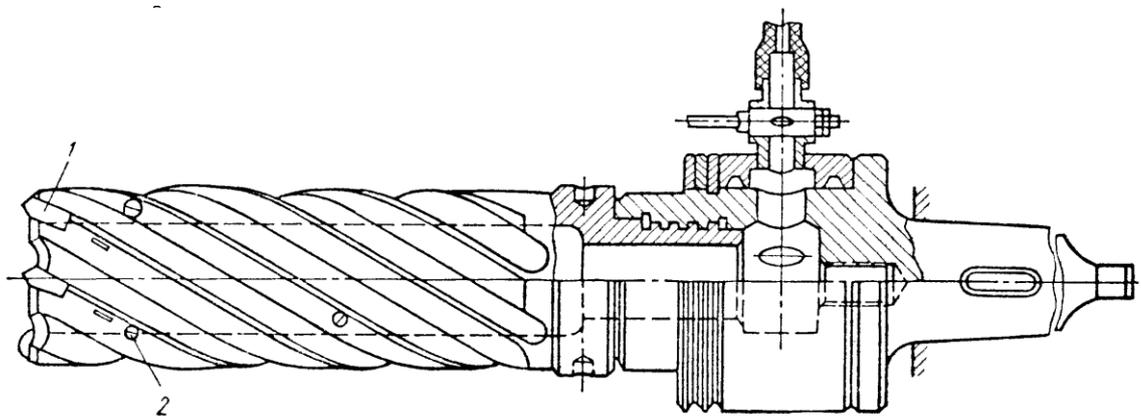


Рисунок 11– Сверла шнековые

Многолезвийные, или кольцевые сверла применяют для высверливания в сплошном металле сквозных отверстий глубиной до 500 мм на универсальном оборудовании с системой подвода смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). Состоят из корпуса (рисунок 12), резцов из быстрорежущей стали и крепёжных элементов для крепления резцов.

В отличие от других типов свёрл оно удаляет из отверстия стружку по кольцу, оставляя внутренний стержень. В стенках корпуса между винтовыми канавками под винтами размещены шарики, прижимаемые пружинами к высверливаемому сердечнику, которые направляют сверло в отверстия. Корпус сверла соединен с оправкой резьбой. На оправке закреплено кольцо со штуцером и резиновым шлангом для подачи СОЖ.

Применение таких типов свёрл экономит металл, затраты труда и повышает производительность обработки.



1 – резец; 2 – винт

Рисунок 12 – Многолезвийное (кольцевое) сверло

Для сверления глубоких отверстий при повышенных режимах резания применяют спиральные сверла с отверстиями для подвода СОЖ непосредственно к режущим кромкам (рисунок 13).

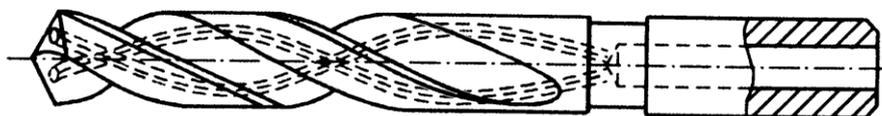


Рисунок 13 – Спиральное сверло для глубокого сверления с подводом СОЖ

Эти сверла по сравнению со сверлами без отверстий имеют повышенную стойкость, так как жидкость, попадая в зону резания, обеспечивает охлаждение режущих кромок. Кроме того, охлаждающая жидкость, поступающая под давлением, облегчает удаление стружки и устраняет необходимость частого извлечения сверла из обрабатываемой детали. Это повышает производительность станка.

Сверло с внутренними отверстиями крепят в специальном патроне, обеспечивающем подвод охлаждающей жидкости к отверстию в хвостовой части сверла. Применение таких сверл особенно эффективно при обработке отверстий на автоматах и в автоматических линиях. Стойкость таких сверл в 3 – 9 раз больше стойкости обычных сверл.

Однолезвийные сверла для глубоких отверстий называют *ружейными* (рисунок 14 а) и *пушечными* (рисунок 14 б); в отличие от двухлезвийных сверл они обеспечивают более точное соблюдение оси отверстия. Ружейные сверла могут быть с наружным и внутренним отводом стружки.

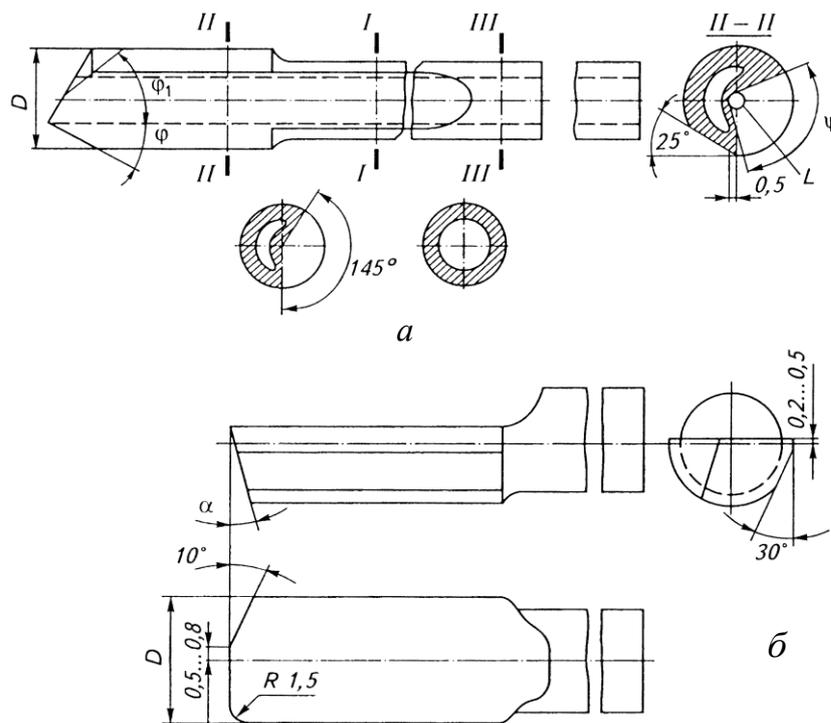


Рисунок 14 – Однолезвийные свёрла для глубоких отверстий:
а – ружейное; *б* – пушечное

Зенкеры

Зенкеры – это многолезвийные режущие инструменты, которые применяются для промежуточной или окончательной обработки отверстий, полученных предварительно сверлением, литьем, ковкой или штамповкой, с целью повышения их точности.

Зенкеры получили широкое распространение в массовом и крупносерийном производствах. По сравнению с расточными резцами они, являясь мерными инструментами, не требуют настройки на размер, что обеспечивает сокращение вспомогательного времени и повышает точность отверстий.

Зенкер (рисунок 15) работает подобно сверлу при рассверливании отверстий, т. е. так же как сверло совершает вращательное движение вокруг оси и поступательное движение вдоль оси отверстия. Зенкер имеет от трех до пяти зубьев.

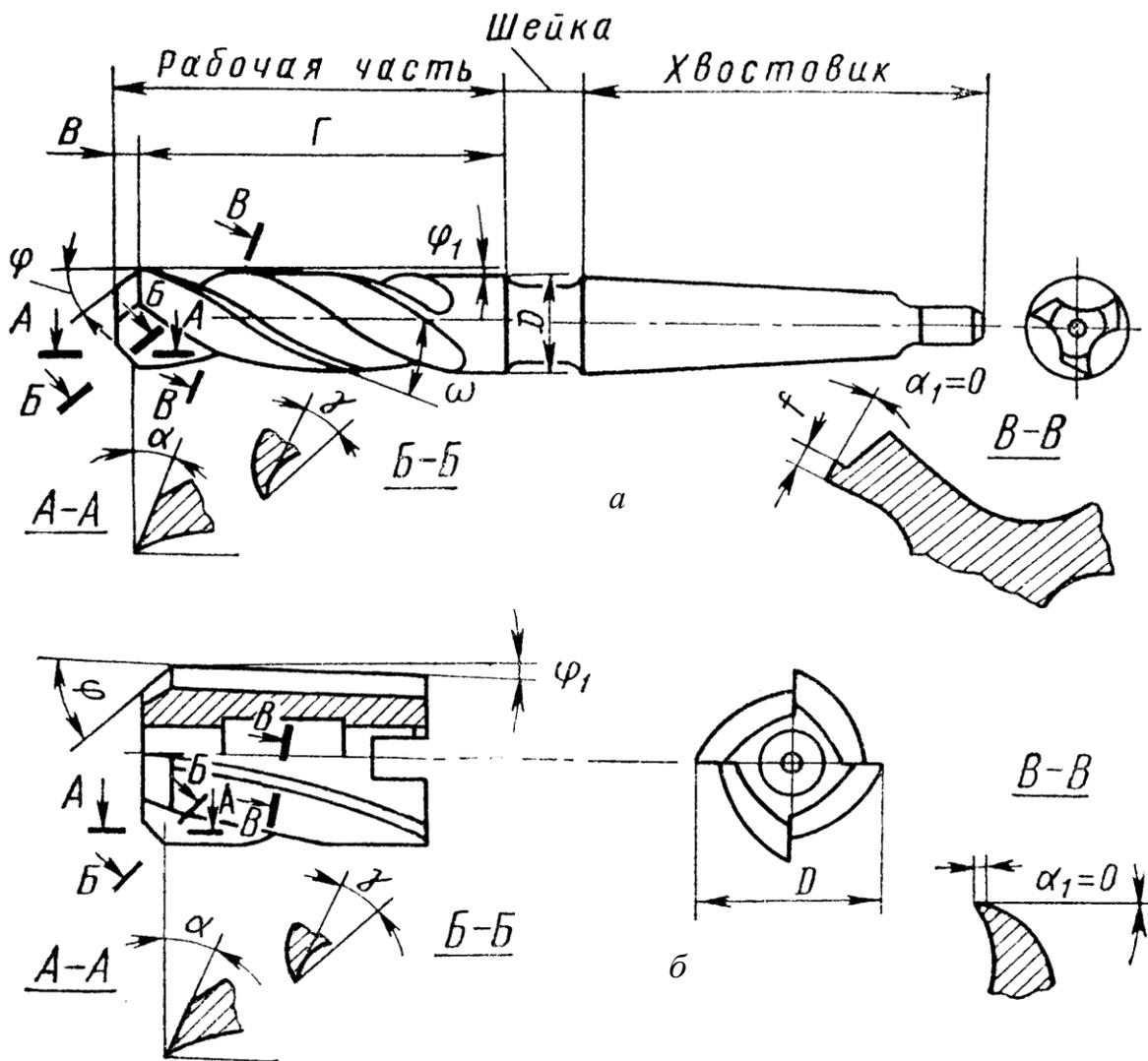


Рисунок 15 – Основные части зенкера:
a – хвостовой; *б* – насадной

Из-за малой глубины стружечных канавок он имеет большую, чем сверло, жесткость, а отсутствие поперечной кромки позволяет вести обработку с более высокими подачами.

По способу закрепления зенкера на станке различают зенкеры хвостовые и насадные, а по конструкции рабочей части – цельные и сборные. По материалу режущей части зенкеры разделяются на быстрорежущие и твердосплавные, последние изготавливаются из твердых сплавов марок ВК6, ВК8, Т5К10, Т14К8 и Т15К6.

Хвостовой зенкер (рисунок 15 *а*) обычно состоит из рабочей части, шейки и конического хвостовика. У рабочей части различают режущую *В* и направляющую (калибрующую) *Г* части. Ленточки (фаски) на направляющей части зенкера уменьшают трение и облегчают резание. Для уменьшения трения зенкер имеет обратный конус по направлению к хвостовику (угол φ_1).

Закрепляется хвостовой зенкер в коническом отверстии шпинделя сверлильного станка или пиноли задней бабки токарного станка.

Насадной зенкер (рисунок 15 *б*) приводится во вращение специальной штангой и чаще применяется для обработки длинных (более $5D$) отверстий.

Существуют разновидности зенкеров для выполнения специальных технологических операций. Зенкер для получения цилиндрических углублений под головки винтов и болтов показан на рисунке 16 *а*; для обработки конических углублений, называемый зенковкой – на рисунке 16 *б*; для подрезки торцевых поверхностей приливов (бобышек) под шайбы (цековка) – на рисунке 16 *в*.

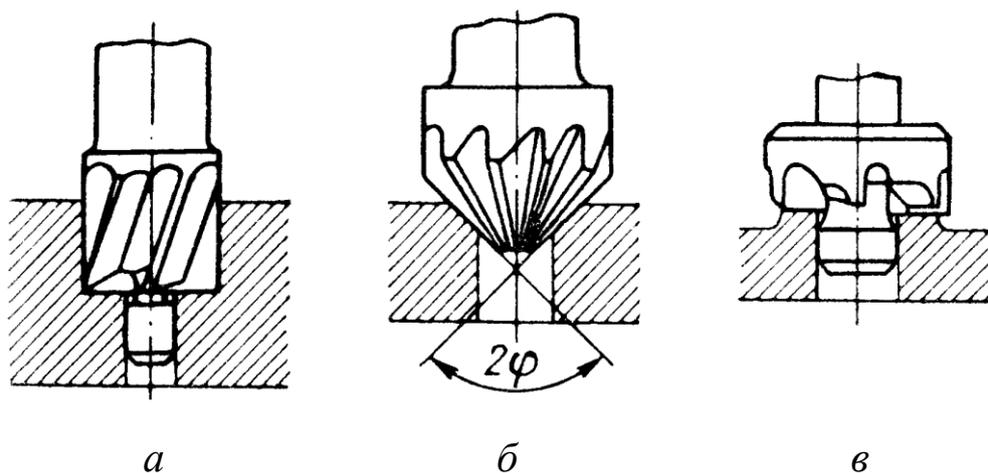


Рисунок 16 – Типы зенкеров:
а – для получения цилиндрических углублений;
б – зенковка; *в* – цековка

Зенкерование служит для дальнейшей обработки отверстий, полученных после литья, штамповки или сверления. Эта обработка может быть либо окончательной (точность 9-10 квалитет, шероховатость Rz 40, Ra 2,5), либо промежуточный (получистовой) перед развертыванием. Припуск на обработку колеблется в пределах от 1 до 5,5 мм.

Развёртки

Развёртки – это многолезвийные режущие инструменты, применяемые для чистовой обработки отверстий. Развёртка во многом напоминает зенкер: основное ее отличие заключается в том, что она снимает значительно меньший припуск, имеет большее число зубьев ($z = 6 - 14$) и, как следствие, лучшее направление в отверстии. Развёртки снимают значительно меньший припуск ($t = 0,15 - 0,50$), чем при зенкеровании. С целью достижения минимальной шероховатости поверхности развёртки при обработке сталей работают на низких скоростях резания ($V = 4 - 12$ м/мин), т. е. до области появления нароста.

Для получения высокой точности отверстий развёртки изготавливают с более жёсткими допусками, чем зенкеры, а отверстия под развертывание получают сверлением, зенкерованием или растачиванием. Развёртывание непосредственно после сверления используют только при обработке отверстий небольших диаметров (менее 3 мм).

При развёртывании получают отверстия по квалитетам 7-11 с шероховатостью поверхности до Ra 1,25 – 0,32 мкм. Припуск на обработку 0,1 - 0,5 мм.

По способу применения развёртки подразделяются:

- на ручные (с цилиндрическим хвостиком и квадратом);
- машинные.

Ручными развёртками обрабатывают отверстия путем вращения инструмента вручную воротком, в который вставляется квадрат цилиндрического хвостовика.

Развёртки состоят из трех основных частей: рабочей части, шейки и хвостовика (рисунок 17). Рабочая часть развёртки делится на режущую *В* и калибрующую *Г* части. Режущая часть (направляющий и заборный конус) имеет лезвия, выполняющие основную работу резания. Калибрующая часть *Д* калибрует отверстие и направляет развёртку в отверстии. Обратный конус *Е* на калибрующей части служит для уменьшения трения о поверхность отверстия.

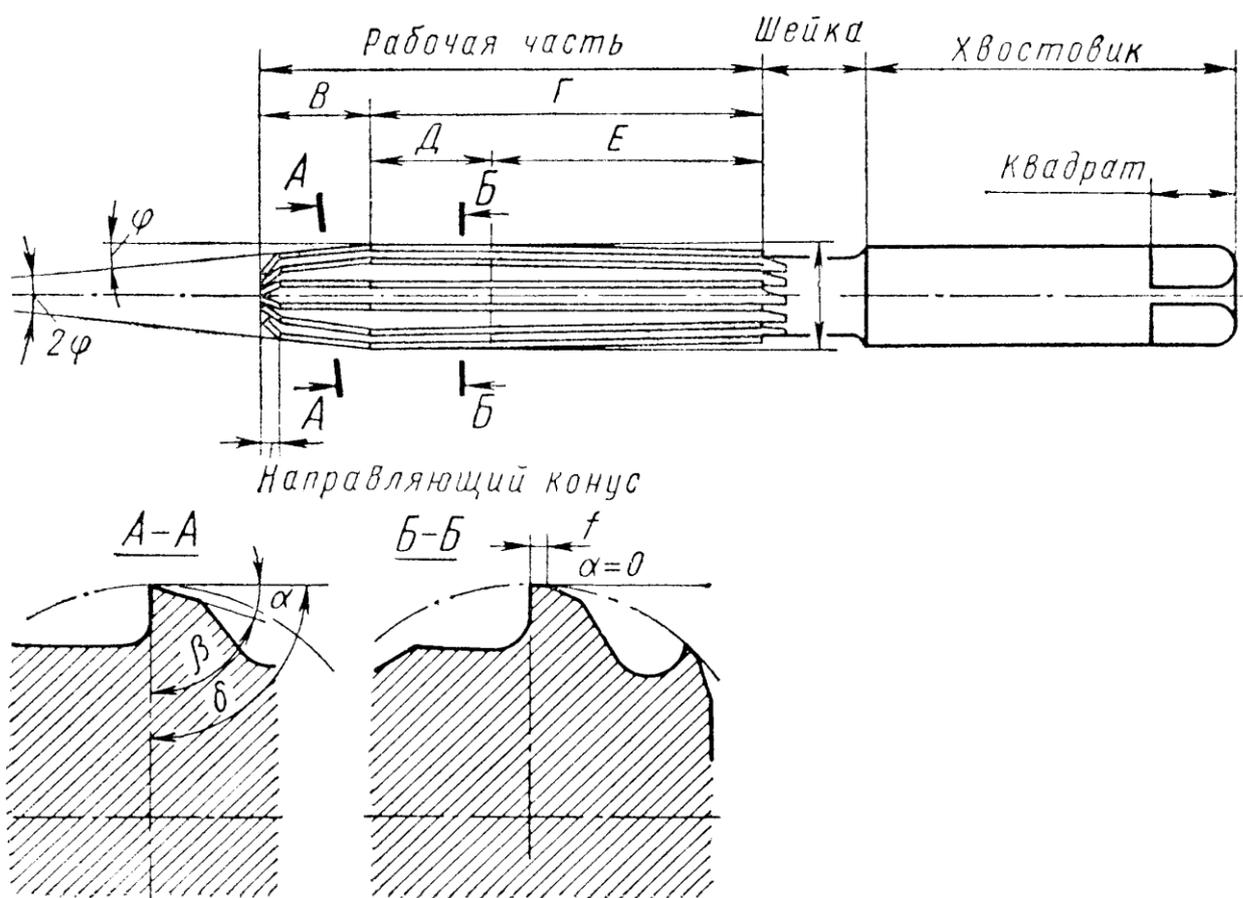


Рисунок 17 – Основные части ручной развёртки

Эти развёртки изготавливают диаметрами от 3 до 40 мм. Для лучшего направления развёртки в отверстия у нее затачивают большой длины заборный конус и калибрующую часть. В остальном конструкция ручных разверток не отличается от машинных.

В свою очередь, машинные развёртки *по способу крепления* на станке делятся на развертки с коническими хвостовиками и насадные.

По *конструкции* развёртки подразделяются:

- на цельные;
- сборные (со вставными зубьями);
- разжимные (регулируемые).

Машинные концевые и насадные развёртки цельные и сборные (рисунок 18) применяют для обработки отверстий на сверлильных, токарных, револьверных, координатно-расточных и других станках. Хвостовики машинных развёрток бывают цилиндрические ($d = 1 - 9$ мм) и конические ($d = 10 - 32$ мм) с относительно длинной шейкой и конусом Морзе.

Хвостовики развёрток изготавливают из конструкционных сталей 45 или 40Х и соединяют с рабочей частью, выполненной из быстрорежущей стали сваркой.

Насадные развёртки крепятся на оправках. При этом коническое посадочное отверстие (конусность 1:30) обеспечивает центрирование с высокой точностью. Для передачи крутящего момента на правом торце развёртки делается паз под шпонку.

Режущая часть развёрток изготавливается из углеродистой стали У12А, легированной стали 9ХГС и быстрорежущей стали марок Р9, Р18, Р9К5 и др. или оснащается пластинками из твердых сплавов ВК6, Т15К6, Т5К10 и др.

Режущие зубья, расположенные на рабочей части развёртки, выполняются прямыми (прямозубые развёртки) или винтовыми (спиральные развёртки). Для повышения качества обработанной поверхности шаг зубьев делается неравномерным.

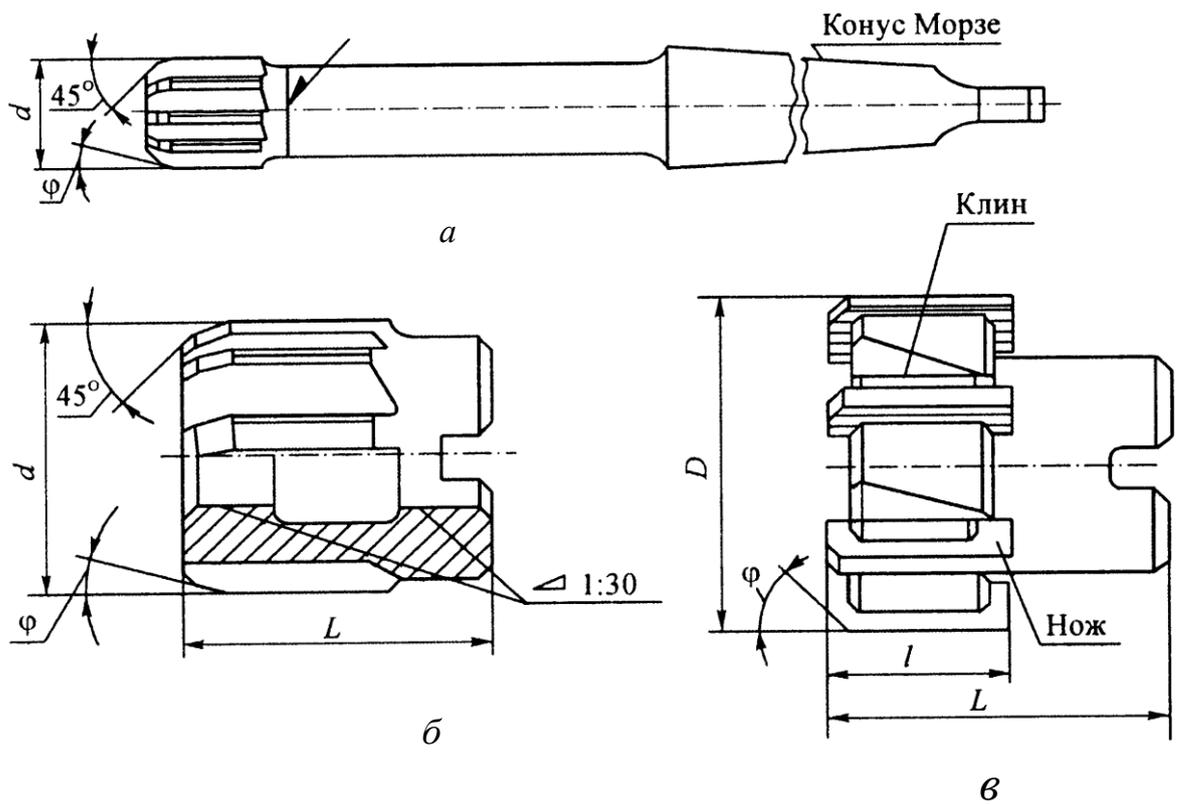
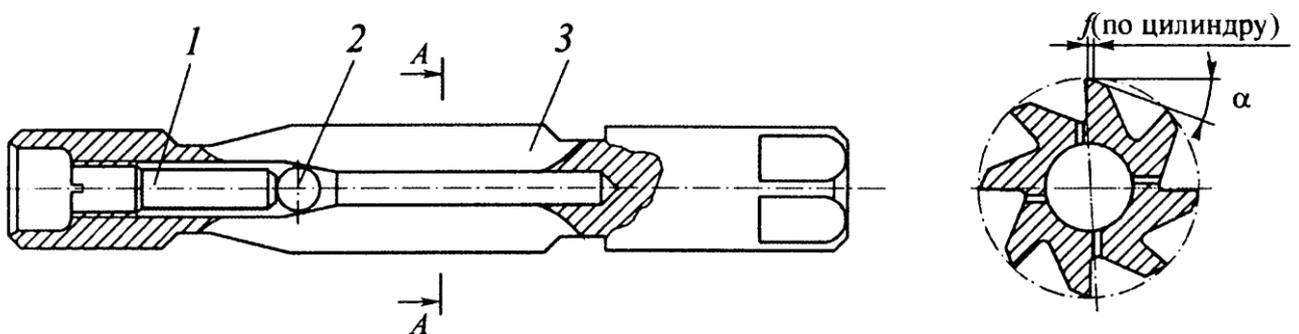


Рисунок 18 – Типы машинных развёрток:

a – машинная с коническим хвостовиком; *б* – насадная;
в – насадная сборная

В ремонтном производстве применяются **цилиндрические развертки регулируемые по диаметру**. Одна из конструкций такой развёртки приведена на рисунке 19.



1 – винт регулировочный; 2 – шарик;
 3 – корпус развертки

Рисунок 19 – Ручная развёртка, регулируемая по диаметру

В корпусе 3 развёртки, изготовленной из стали 9ХС, имеется отверстие, состоящее из конической и цилиндрической частей, в которое помещается шарик 2, передвигаемый регулировочным винтом 1 вдоль оси. Между зубьями по впадине сделаны продольные прорезы. По мере перемещения шарика винтом за счет упругих деформаций стенок развёртки увеличивается диаметр калибрующей части развертки. Величина Δ регулирования диаметра небольшая и берётся в зависимости от диаметра развёртки.

d , мм	10 – 20	20 – 30	30 – 50
Δ , мм	0,25	0,4	0,5

Котельные развёртки (рисунок 20) применяют при подготовке отверстий под заклёпки в двух или более соединяемых листах. Они получили широкое распространение в котло-, корабле-, и авиастроении, а также при изготовлении мостовых конструкций.

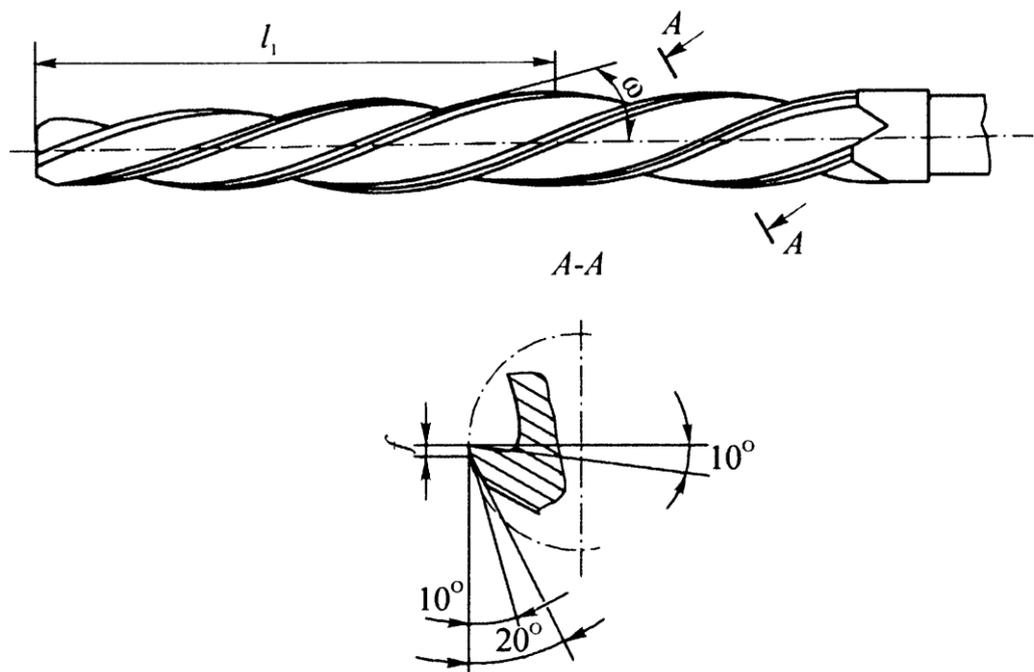


Рисунок 20 – Котельная развёртка

Котельные развёртки работают в тяжелых условиях, так как из-за неизбежных несовпадений осей отверстий в пакетах листов приходится удалять большой припуск, до 1 – 2 мм на сторону, т. е. почти как при зенкеровании. При этом обрабатываемые материалы, как правило, вязкие и пластичные.

Для лучшего направления развёрток в отверстия, снижения осевых усилий и уменьшения шероховатости поверхности используются винтовые зубья с углом $\omega = 25 - 30^\circ$ с направлением, обратным вращению инструмента. Котельные развёртки имеют малый угол заборного конуса, равный $2\varphi = 3 - 5^\circ 30'$ и, соответственно, большую длину режущей части, равную $1/3 - 1/2$ длины рабочей части инструмента.

Число зубьев $z = 4 - 6$ при диаметре развёрток $d = 6 - 40$ мм. Передний угол зубьев в сечении, перпендикулярном к винтовым канавкам, $\gamma = 10 - 15^\circ$, задний угол $\alpha = 10^\circ$. Зубья на калибрующей части имеют узкие направляющие ленточки шириной $f = 0,2 - 0,3$ мм с обратной конусностью $0,05 - 0,07$ мм на 100 мм длины.

Котельные развёртки изготавливают как ручные с цилиндрическим хвостовиком, так и машинные с коническим хвостовиком. У развёрток больших диаметров с целью обеспечения надежного дробления стружки на зубьях заборного конуса в шахматном порядке наносят стружкоделительные канавки.

Конические развёртки (рисунок 21) применяют для получения точных конических отверстий под штифты (конусность 1:50), конусы Морзе и метрические, посадочные отверстия насадных зенкеров и разверток (конусность 1:30) и др. Конические отверстия формируют либо из цилиндрических, полученных сверлением, либо из конических отверстий, полученных расточкой при обработке очень крутых конусов (например с конусностью 7:24).

Условия работы таких развёрток очень тяжелые, так как у них длина режущих кромок, снимающих припуск, большая и равна длине образующей конуса, а толщина срезаемого слоя определяется перепадом диаметров.

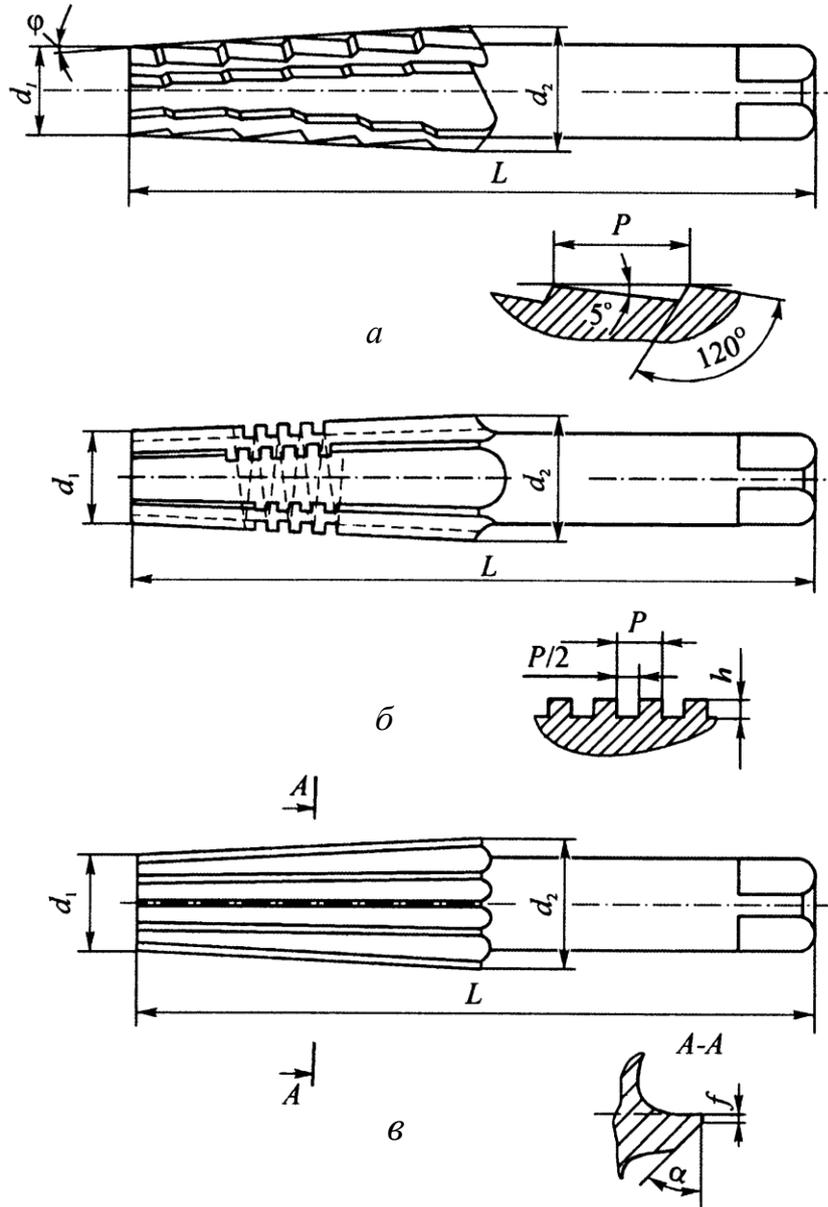


Рисунок 22 – Комплект конических развёрток:

а – черновая (№ 1); *б* – промежуточная (№ 2); *в* – чистовая (№ 3)

Требования к точности конических отверстий достаточно высоки, так как от нее часто зависят прочность и герметичность соединяемых деталей, величина передаваемого крутящего момента и др. При этом точность обработанных отверстий обеспечивается точностью изготовления разверток.

В отличие от цилиндрических, у конических развёрток отсутствует разделение на режущую и калибрующую части, так как зубья, расположенные на конической поверхности, являются одновременно и режущими, и калибрующими.

При обработке отверстий с конусностью большей 1:20 приходится снимать припуск такой большой величины, что его можно удалить только с помощью комплекта развёрток.

На рисунке 22 приведен комплект конических развёрток из трех номеров, применяемый для обработки отверстий под конус Морзе.

Развёртка № 1 – черновая (рисунок 22 *а*), имеет ступенчатую форму зубьев, расположенных по винтовой поверхности, которая совпадает по направлению с вращением инструмента. Припуск снимается режущими кромками, расположенными на торцах зубьев, как при зенкеровании. После прохода такой развёртки цилиндрическое отверстие превращается в ступенчатое.

Развёртка № 2 – промежуточная (рисунок 22 *б*), имеет форму обрабатываемого отверстия. Ее режущие кромки делятся на отдельные мелкие участки с прямоугольной резьбой, имеющей направление, обратное вращению инструмента. Эта развёртка обеспечивает дробление снимаемого припуска на более мелкие ступени.

Развёртка № 3 – чистовая (рисунок 22 *в*), имеет прямые зубья по всей длине режущей части, а для более устойчивого положения развёртки в отверстии на вершинах ее зубьев делаются ленточки шириной 0,05 мм. Эта развёртка обеспечивает срезание оставшейся части припуска и калибрует отверстие.

Метчики

Метчики широко используются в машиностроении для нарезания резьбы в отверстиях заготовок и весьма разнообразны по конструкции и геометрическим параметрам.

Метчик – это винт, превращенный в инструмент путем прорезания стружечных канавок. Для крепления на станке или в воротке он снабжён хвостовиком.

Метчики применяют для нарезания внутренних резьб (рисунок 22). Рабочая часть метчика имеет режущую и калибрующую части. Профиль резьбы метчика должен соответствовать профилю нарезаемой резьбы.

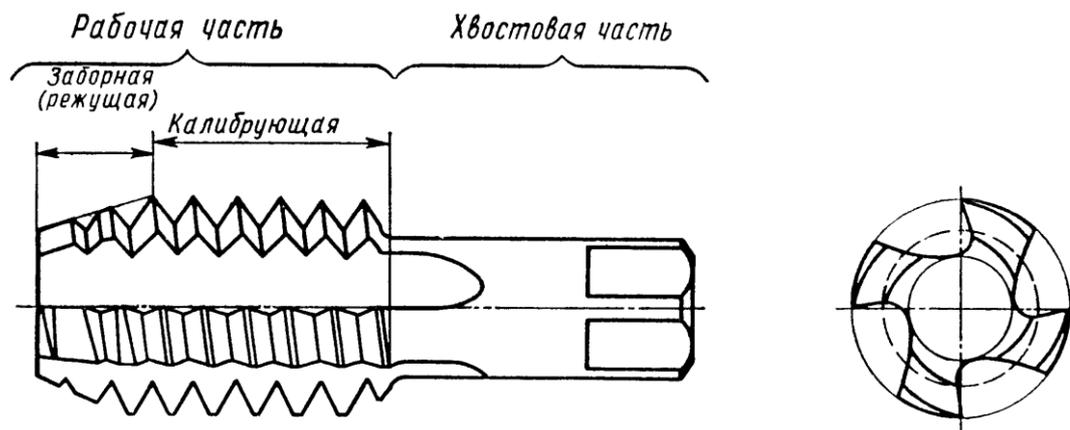


Рисунок 22 – Метчик

Режущая часть метчика изготавливается чаще всего из быстрорежущей стали, реже из твердого сплава.

Условия резания при снятии стружки метчиком очень тяжелые из-за несвободного резания, больших сил резания и трения, а также затруднённых условий удаления стружки.

Достоинствами метчиков являются: простота и технологичность конструкции, возможность нарезания резьбы за счет самоподачи, высокая точность резьбы, определяемая точностью изготовления метчиков.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К СВЕРЛИЛЬНЫМ СТАНКАМ

Приспособления к сверлильным станкам можно подразделить на две группы:

- для закрепления инструмента;
- для закрепления детали.

Крепление свёрл, разверток, зенкеров, зенковок и цековок на сверлильных станках в зависимости от формы хвостовика осуществляют тремя способами:

- непосредственно в коническом отверстии шпинделя;
- в переходных конических втулках;
- в сверлильном патроне.

Инструменты с коническим хвостовиком устанавливают в коническое отверстие шпинделя, где они удерживаются благодаря силе трения (рисунок 23 *а*).

Из конического отверстия шпинделя инструмент выталкивается при помощи клина через прорезь.

Переходные конические втулки, наружный конус которых соответствует внутреннему конусу шпинделя, а внутренний конус – конусу хвостовика инструмента, применяют в тех случаях, когда конус инструмента меньше конуса отверстия шпинделя (рисунок 23 *б*). Иногда применяют наборы из нескольких переходных конических втулок, вставляя их одна в другую.

Инструменты с цилиндрическими хвостовиками закрепляют в сверлильных патронах (рисунок 23 *в*).

Для крепления инструмента диаметром 2 – 12 мм применяются кулачковые патроны (рисунок 24). В отверстие хвостовика 1 вставлен грибок 4, а на резьбовую часть навинчена втулка 2 с наружной резьбой.

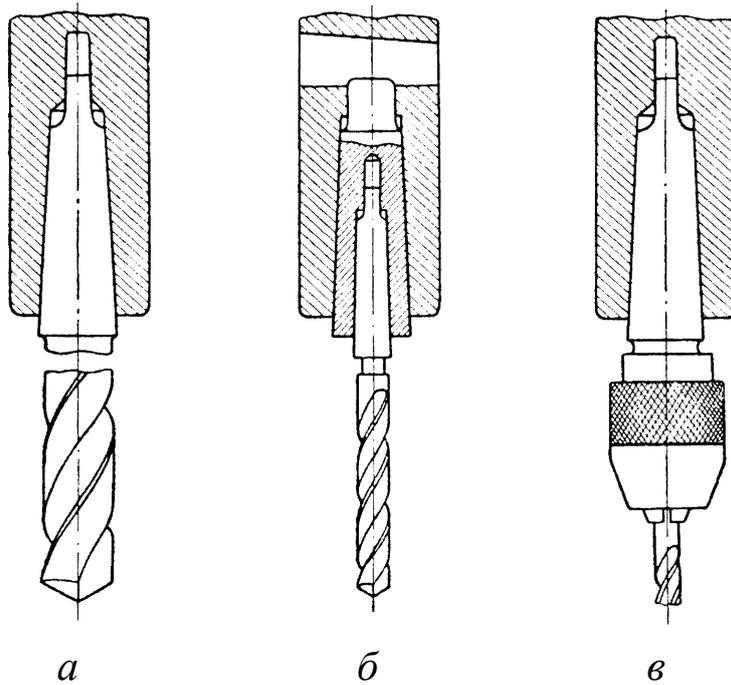
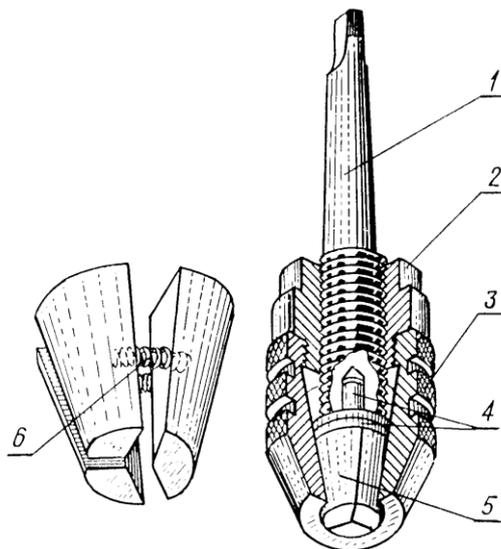


Рисунок 23 – Способы крепление инструмента в шпинделе сверлильного станка

a – непосредственно в шпинделе станка; *б* – в переходных втулках; *в* – в сверлильном патроне

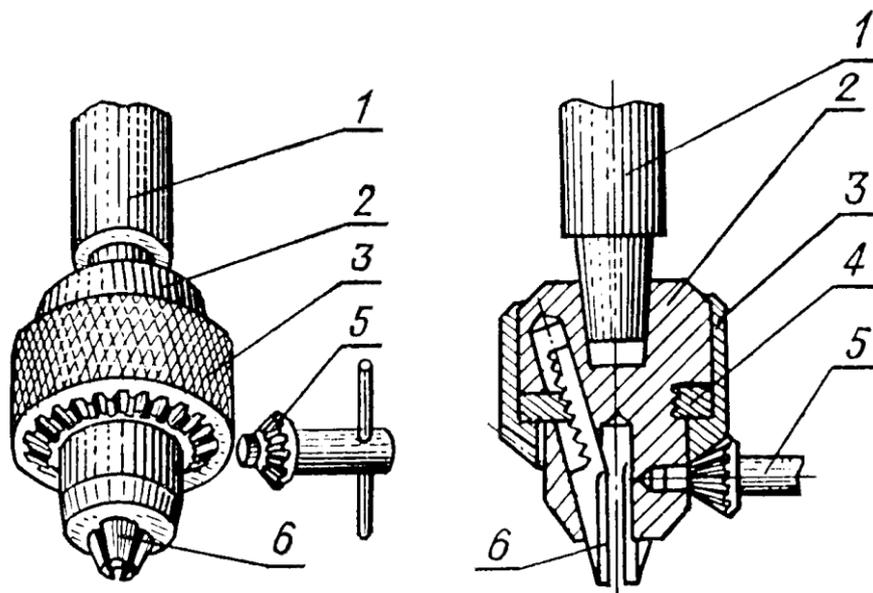


1 – хвостовик; 2 – втулка; 3 – корпус патрона;
4 – грибок; 5 – кулачки; 6 – пружины

Рисунок 24 – Кулачковый патрон

На неё навёрнут корпус 3 патрона, имеющий внутренний конус. При повороте конуса по часовой стрелке три кулачка 5, прижатые к нему пружинами 6, сходятся и зажимают инструмент. Недостатком таких патронов является то, что зажим производится вращением патрона вручную. А это не позволяет надёжно закрепить сверло.

Указанные недостатки не имеют трёхкулачковые патроны с наклонными кулачками (рисунок 25). На верхней части трех кулачков 6, расположенных в наклонных отверстиях корпуса 2, нарезана резьба, которая соединена с резьбой на кольце 4, запрессованном во втулке 3. Закрепление инструмента в патроне осуществляется ключом 5.

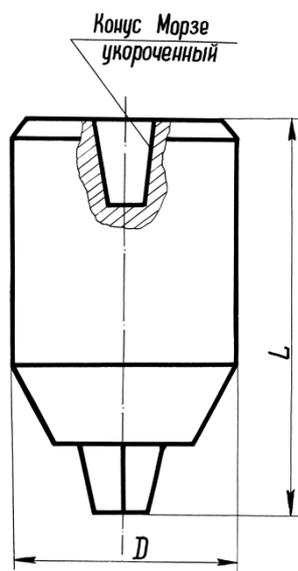


1 – хвостовик; 2 – корпус; 3 – втулка; 4 – резьбовое кольцо;
5 – ключ; 6 – кулачки

Рисунок 25 – Трёхкулачковый патрон с наклонными кулачками

Основные размеры трёхкулачковых сверлильных патронов с наклонными кулачками приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные размеры трёхкулачковых сверлильных патронов (ГОСТ 8522-79)

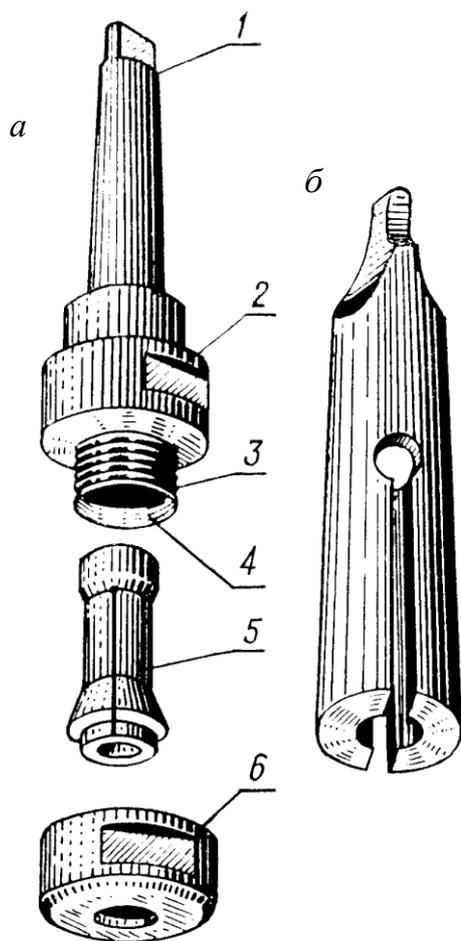


Типовой размер	Диаметр хвостовиков, зажимаемых инструментом, мм	D	L	Конус Морзе по ГОСТ 9953-82
		мм, не более		
4	0,5-4	28	45	1а
		32	55	
6	0,8-6	34	60	1в
9	1-9	42	70	
10	1-10	45	80	2а
13	1-13	55	100	
16	3-16	65	110	2в

Инструмент с цилиндрическим хвостовиком малых размеров можно закреплять в цанговых патронах (рисунок 26 а) или в разрезных цанговых втулках (рисунок 26 б).

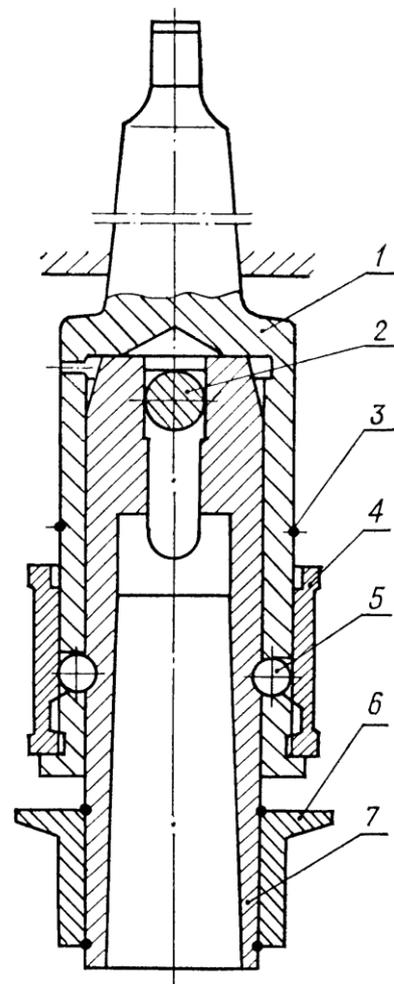
При работе с несколькими инструментами применяются быстросменные патроны (рисунок 27). К каждому патрону придается комплект сменных втулок (вставок) с гнездами под различный инструмент.

В отверстие корпуса 1 патрона завальцованы шарики 5. При поднятой муфте 4 до упора в пружинное кольцо 3 центробежная сила разводит их и сменная втулка 7, поддерживаемая за буртик 6, сходит со штифта 2.



- 1 – конический хвостовик;
 2 – корпус; 3 – резьба;
 4 – коническое отверстие;
 5 – цанга; 6 – гайка

Рисунок 26 – Цанговый патрон (а)
 и разрезная цанговая втулка (б)



- 1 – корпус; 2 – штифт;
 3 – пружинное кольцо;
 4 – муфта; 5 – шарик;
 6 – буртик; 7 – сменная
 втулка

Рисунок 27 – Быстросменный
 патрон

Приспособления для закрепления деталей

Широкое применение при закреплении деталей получили различные зажимные устройства с винтовым зажимом: прихваты, призмы (рисунок 28 *а, б, в*), а также угольники и машинные тиски (рисунок 28 *г, д*).

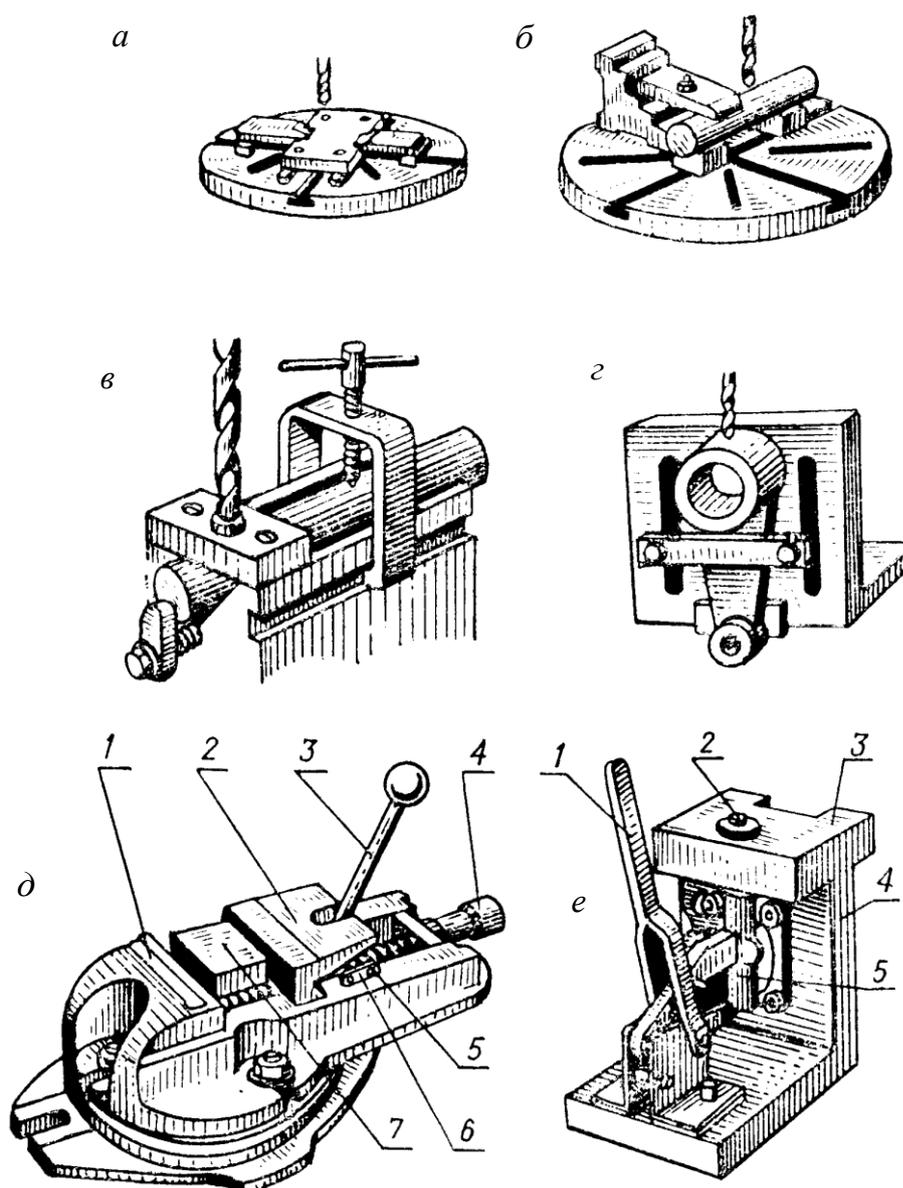


Рисунок 28 – Закрепление деталей при сверлении

Использование ручных зажимов для закрепления деталей требует значительных затрат времени. Поэтому получили распространение приспособления с ручными быстродействующими эксцентриковыми, клиновыми, рычажно-кулачковыми, а также быстродействующими механизированными зажимами механического, пневматического и гидравлического действия.

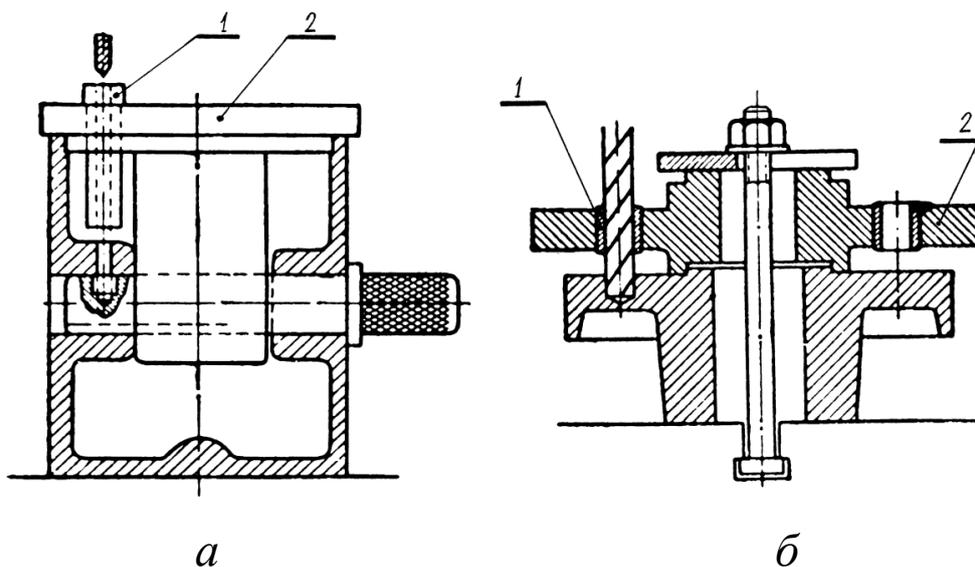
Винтовые машинные тиски широко используют в индивидуальном производстве.

Быстросменные машинные тиски с рычажно-кулачковым зажимом обеспечивают большое усилие зажима и прочно удерживают обрабатываемую деталь при высоких режимах резания. Для крепления деталь 7 устанавливают в тиски и вращением установочного винта 4 (рисунок 28 д) подводят к ней подвижную губку 2, оставляя некоторый зазор. Перемещением рукоятки 3 в горизонтальное положение воздействуют на кулачок 6 эксцентрикового валика 5. При этом подвижная губка 2, выполняя роль рычага, на конец которого действует двойной кулачок 6, прижимает деталь 7 к неподвижной губке 1.

В серийном и массовом производстве для закрепления деталей используют **специальные кондукторы**, которые обеспечивают получение точного расположения отверстий без предварительной разметки. Кондуктор (рисунок 28 е) состоит из угольника 4, к которому при помощи шарнирно-рычажного зажима 1 прижимается деталь 5, и кондукторной плиты 3 с втулкой 2, расположенной на заданном расстоянии от базовой поверхности детали и служащей для направления инструмента.

На рисунке 29 а показан кондуктор для сверления отверстия в бобышке поршня. На рисунке 29 б изображен накладной кондуктор для сверления нескольких отверстий в шкиве: крышка кондуктора 2 с направляющими – кондукторными втулками 1 ориентируется на детали своей внутренней расточкой и торцом.

К числу поворотных и передвижных приспособлений, используемых на сверлильных станках, относятся поворотные стойки, поворотные и передвижные столы.



1 – кондукторная втулка; 2 – крышка кондуктора

Рисунок 29 – Кондукторы:

a – для сверления отверстий в бобышке поршня;

б – накладной для сверления отверстий в шкиве

ПРИЁМЫ СВЕРЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ

Различают отверстия сквозные, глухие и неполные (рисунок 30).

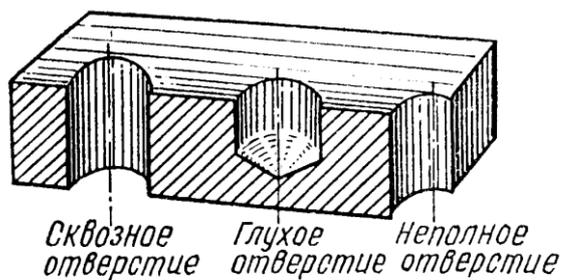


Рисунок 30 – Виды отверстий

Сквозные отверстия сверлятся на всю толщину детали. Глухие отверстия имеют заданную глубину, меньшую толщины изделия в данном месте. Неполные отверстия не имеют в основании полной окружности.

Сверление по разметке

По разметке сверлятся одиночные отверстия. Для этого они предварительно размечаются – проводятся оси и окружность, намечается и накернивается центр.

Керновое отверстие в центре окружности делается глубже, чтобы дать предварительное направление сверлу.

Сначала делают пробное засверливание на глубину, равную примерно $1/3$ конуса сверла. Оно дает возможность выяснить, получило ли сверло правильное направление.

Убедившись, что сверло идет по центру, включают механическую подачу и продолжают обработку. Перед концом сверления ее выключают. Отверстие досверливают ручной подачей.

Сверление глухих отверстий

При обработке глухих отверстий требуется выдержать заданную глубину сверления. Перемещение сверла определяют по линейке, упорам или лимбу, имеющимся на станке. Нужно помнить, что осевое перемещение инструмента будет больше глубины сверления на высоту конуса, равную примерно $1/3$ диаметра сверла. Если у станка нет линейки или лимба, на сверло надевают втулку со стопорным винтом на расстоянии, равном глубине сверления и сверлят до соприкосновения втулки с поверхностью изделия.

Сверление неполных отверстий

Если неполное отверстие расположено у края, к детали приставляют вторую деталь или пластинку из такого же материала и сверлят полное отверстие. Затем пластинку убирают. Когда неполное отверстие получается вследствие того, что отверстия перекрываются (так как расстояние между их осями меньше радиуса), то после изготовления первого отверстия его глушат пробкой и сверлят следующее отверстие. Затем пробку удаляют.

Сверление отверстий, расположенных под углом к поверхности изделия

Попытки просверлить подобное отверстие обычными методами приводят к тому, что сверло, испытывая различные давления на режущие кромки, отклоняется в сторону и ломается.

Чтобы избежать этого, нужно сначала подготовить площадку, перпендикулярную оси просверливаемого отверстия концевой (пальцевой) фрезой (рисунок 31 *а*).

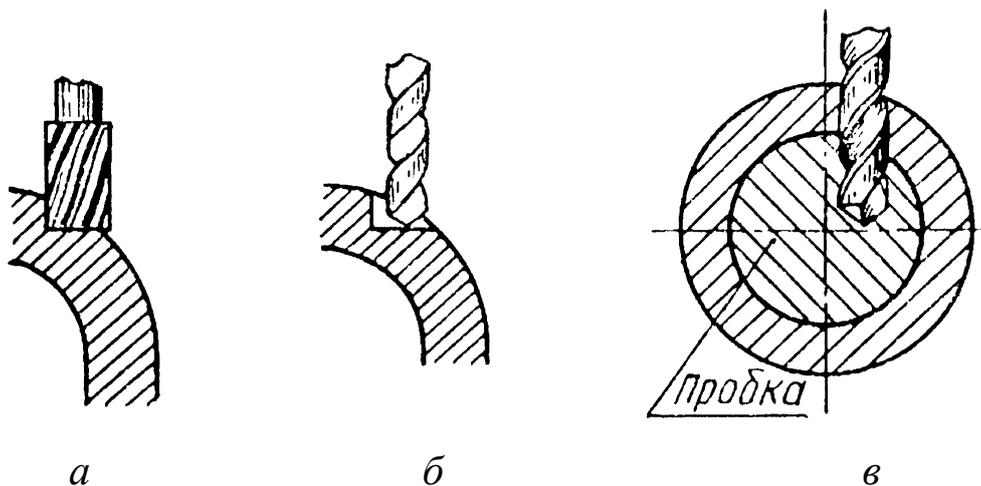


Рисунок 31 – Сверление отверстий, расположенных под углом к поверхности изделия:

а – подготовка площадки под сверление; *б* – сверление; *в* – установка пробки (вкладыша, подкладки)

Можно также воспользоваться специальными кондукторами с удлиненными втулками. Они не дадут сверлу отклониться в сторону.

Чтобы сверло не сломалось на выходе, ставят пробки, вкладыши, подкладки (рисунок 31 в) с таким расчетом, чтобы инструмент выходил перпендикулярно своей оси.

Сверление отверстий на цилиндрической поверхности

При сверлении отверстия в диаметральной плоскости нужно глубоко накернить его центр и стараться попасть сверлом в керновое углубление. Для установки детали рекомендуется пользоваться призмами с прижимными винтами. Если этого не сделать, деталь повернется в призме, сверло изогнется и сломается.

Если отверстие на цилиндрической поверхности сверлится не в диаметральной плоскости, то работа сводится к сверлению отверстия, расположенного под углом.

Сверление пересекающихся отверстий

При сверлении отверстий, пересекающихся под прямым углом, сначала сверлят более длинное, затем – короткое. Если отверстия пересекаются не под прямым углом, то после сверления отверстия большей длины его заглушают пробкой, затем сверлят второе.

Сверление отверстий в листовом металле

Сверлить отверстия в тонком металле обычными сверлами трудно, так как глубина сверления меньше длины заборного конуса. Режущие кромки будут цепляться за обрабатываемый материал и рвут его. Поэтому отверстия в листовом металле сверлят специальными перовы-

ми сверлами (рисунок 32), имеющими центровочный выступ в центре и боковые режущие кромки, или головками с регулируемыми резцами.

Чаще всего их пробивают на дыропробивных прессах или просечками.

Также при необходимости сверлят тонкий листовый металл зажатый между деревянными дощечками.

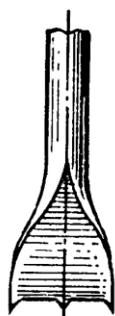
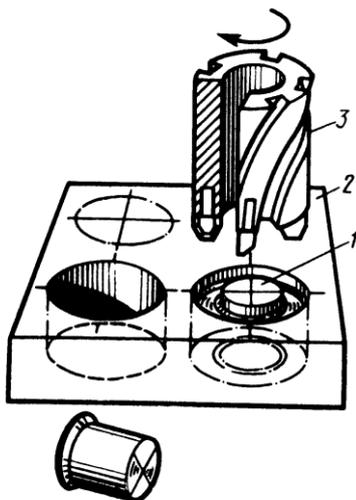


Рисунок 32 – Сверло (перовое) для получения отверстий в тонком листовом материале

Сверление глубоких отверстий

При глубоком сверлении, когда длина отверстия превышает его диаметр в пять раз и более, обычно применяют специальные сверла: ружейные, пушечные, трубчатые (рисунок 33) и др.



1 – стержень; 2 – деталь; 3 – резец

Рисунок 33 – Кольцевое сверление

Глубокое сверление производят на горизонтально-сверлильных станках с вращением обрабатываемой детали и продольной подачей сверла, что уменьшает вероятность увода последнего от оси отверстия. Деталь закрепляют в кулачках патрона и в люнете.

Сверление точных отверстий

Для получения точных отверстий сверление производят в два прохода. При первом проходе берут сверло на 1 – 3 мм меньше диаметра отверстия. Этим исключается вредное воздействие перемычки.

Затем его сверлят в размер. Сверло должно быть хорошо и точно заточено с соблюдением всех правил заточки. Таким способом можно получить отверстие 8-го качества.

Для получения отверстий с малой шероховатостью работают с небольшой автоматической подачей при обильном охлаждении и хорошем отводе стружки.

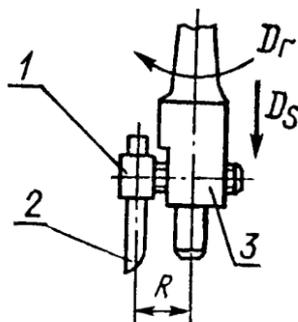
Сверление малых отверстий

Отверстия малого диаметра сверлят мелкогабаритными сверлами на быстроходных станках повышенной точности или получают электроискровым и ультразвуковым способом.

Отверстия большого диаметра

Отверстия большого диаметра (100 – 150 мм) обрабатывают циркульными резцами (рисунок 34).

Они состоят из оправки 3, в отверстие которой вставляется державка 1 с укрепленным на ней резцом 2. Вылет резца R может изменяться в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия.



1 – державка; 2 – резец; 3 – оправка

Рисунок 34 – Резец циркульный

Особенности сверления труднообрабатываемых сплавов

Жаропрочные и нержавеющие сплавы обладают повышенным сопротивлением резанию. Их сверлят укороченными сверлами, обладающими повышенной жёсткостью. На каждой режущей кромке делают стружкораздельные канавки шириной 1 мм и глубиной 0,8 мм, располагающиеся в шахматном порядке: на одной режущей кромке на расстоянии от оси сверла, равном $1/3$ диаметра, на второй – $1/6$ диаметра. Для свёрл размером свыше 12 мм применяют двойную заточку. При обработке отверстий в этих сплавах обязательно применять охлаждение эмульсией.

Особенности сверления легких сплавов

Магниевые сплавы оказывают меньшее сопротивление резанию, поэтому их можно обрабатывать с повышенными скоростями резания. Для сверления магниевых сплавов применяют свёрла из углеродистых или легированных инструментальных сталей. Их затачивают под углом $2\varphi = 90^\circ$ с подточкой перемычки, на передней поверхности рекомендуется делать фаску шириной 0,2 – 0,6 мм. Однако нужно иметь в виду, что при больших скоростях резания эти сплавы могут самовоспламениться.

Свёрла для обработки алюминиевых сплавов затачивают под углом $2\varphi = 130 - 140^\circ$, желательно применять сверла с большим углом наклона винтовой канавки ($35 - 45^\circ$). Во избежание налипания на переднюю поверхность частичек металла режущая часть инструмента хромируется.

Сверление конструкционных пластических масс

Изделия из пластмасс (за небольшим исключением) можно обрабатывать всеми видами резания. Однако механическая обработка их имеет особенности, которые необходимо учитывать.

Чтобы при зажиме детали в ней не возникли трещины, прихваты, зажимные элементы приспособлений и кондукторов должны оклеиваться фланелью, резиной или другими мягкими прокладками.

Сверление термопластичных материалов

Термопластичные материалы (полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, фторопласт, оргстекло, поликарбонат, капрон, эпоксидный пластик) сверлят спиральными свёрлами из углеродистой или быстрорежущей стали. Чтобы в процессе обработки отверстия не происходило заедания инструмента, рекомендуется брать свёрла с углом наклона винтовой канавки $15 - 17^\circ$ и затачивать их под углом 70° (рисунок 35).

Можно применять также перовые свёрла.

Сверление нужно вести осторожно, иначе в детали могут образоваться трещины.

Так как термопластические материалы при повышении температуры в процессе резания размягчаются, необходимо при сверлении их следить за тем, чтобы инструмент и обрабатываемая деталь сильно не нагревались.

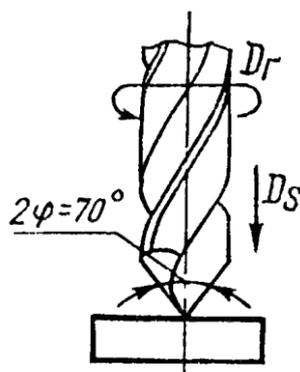


Рисунок 35 – Сверло для работы с термопластическими материалами

Сверление термореактивных пластических масс

Термореактивные пластические массы (полимеры без наполнителей: фенолоформальдегидные, полиэфирные, эпоксидные, кремнийорганические, порошковые пластмассы, волокниты, гетинаксы, текстолиты, стеклотекстолиты, пористые пластмассы) имеют высокую твердость и устойчивость к нагреванию.

Их сверлят обычными спиральными свёрлами из быстрорежущей стали, а при наличии стекловолоконистых или асбестовых наполнителей, сильно изнашивающих инструмент, – свёрлами, оснащенными пластинками твердого сплава. При обработке этих материалов угол при вершине конуса должен быть небольшим ($50 - 60^\circ$), при обработке параллельно слоям ($90 - 135^\circ$).

Для обеспечения большей стойкости инструмента рекомендуется применять свёрла с широкой канавкой, а так же со специальной заточкой (рисунок 36).

При обработке отверстий в деталях и листах из термореактивных пластических масс, необходимо хорошо прижимать их к деревянной или металлической подкладке.

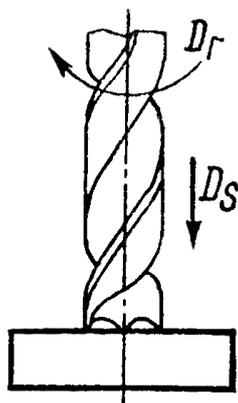


Рисунок 36 – Сверло со специальной заточкой для работы с термореактивными пластическими массами

При сверлении отверстий в слоистых пластических массах параллельно слоям во избежание расслаивания материала деталь зажимается между прокладками.

Следует иметь в виду, что в пластических массах размер отверстия после сверления уменьшается на 0,05 – 1,1 мм. Это нужно учитывать при выборе размера сверла.

Сверление отверстий в резине

Для сверления отверстий в резине применяют сверло-лопатку, которое не имеет направляющей части. В процессе сверления под обрабатываемую резину подкладывают доску и сверлят на больших скоростях (рисунок 37).

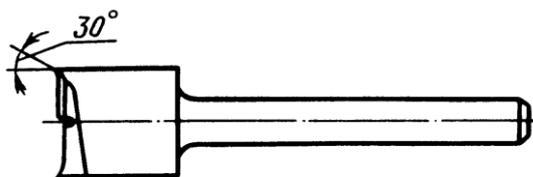


Рисунок 37 – Сверло для работы с резиной

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Материаловедение. Технология конструкционных материалов / В. Ф. Карпенков [и др.]. – М. : КолосС, 2006. – Кн.2. – 312 с.
- 2 Материаловедение / Б. Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 646 с.
- 3 Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / В. А. Оськин [и др.]; под ред. В. А. Оськина, В. Н. Байкаловой. – М. : КолосС, 2007. – 318 с.

Приложение А

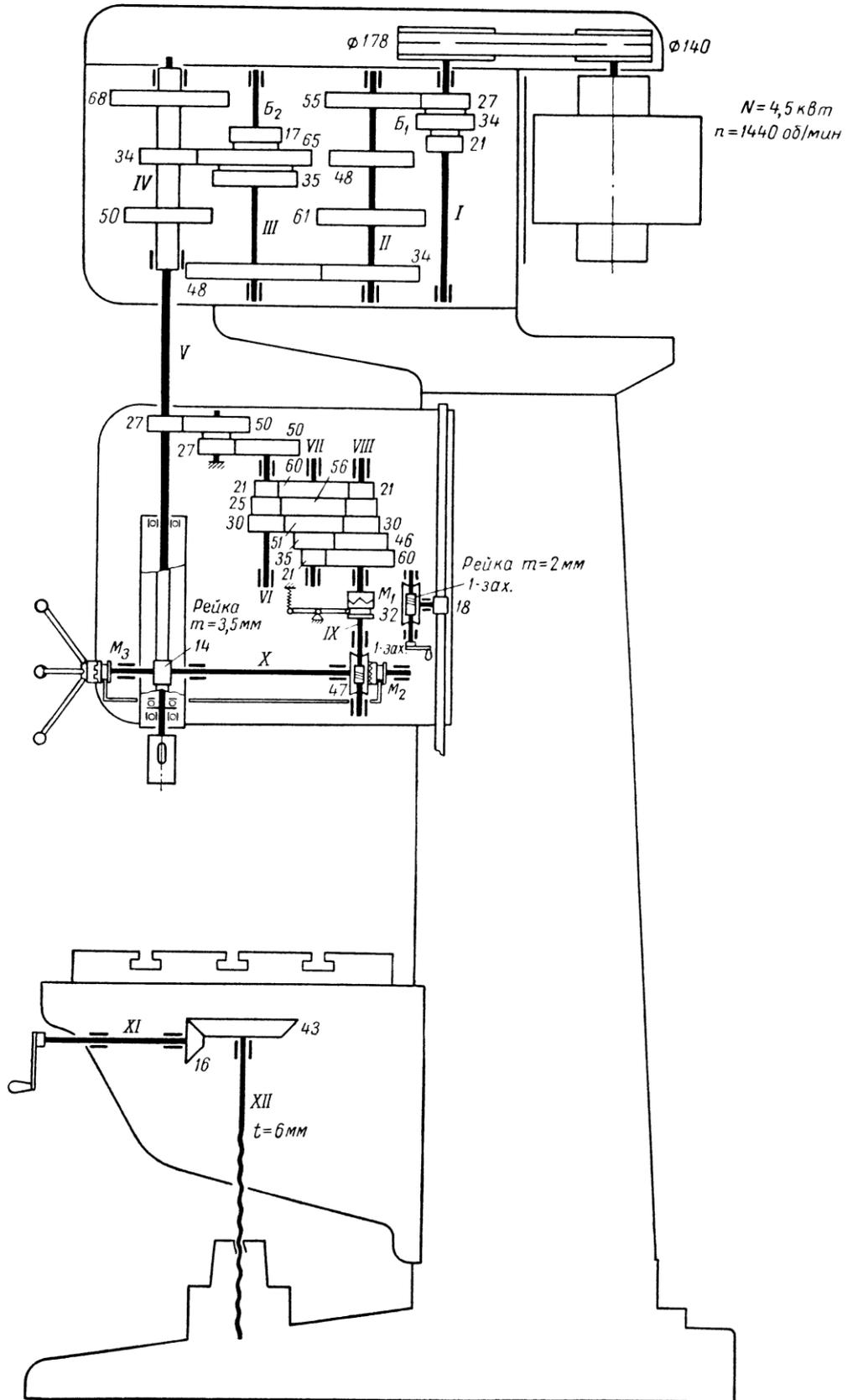
Наименование	Группа	Тип			
		0	1	2	3
Резервная	0	–	–	–	–
Токарные	1	Специализированные	Автоматы и полуавтоматы		Револьверные
			одношпиндельные	многошпиндельные	
Сверлильные и расточные	2	–	Вертикально-сверлильные и настольные	Одношпиндельные полуавтоматы	Многошпиндельные полуавтоматы
Шлифовальные, полировальные, доводочные	3	–	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочно-шлифовальные
Комбинированные	4	–	Универсальные	Полуавтоматы	Автоматы
Зубо- и резьбообработывающие	5	Резьбонарезные	Зубострогальные для цилиндрических колес	Зуборезные для конических колес	Зубофрезерные для цилиндрических колес и шлицевых валов
Фрезерные	6	–	Вертикально-фрезерные	Непрерывного действия	–
Строгальные, долбежные и протяжные	7	–	Продольные		Поперечно-строгальные
			одностоечные	двухстоечные	
Разрезные	8	–	Отрезные, работающие		
			токарным резцом	абразивным кругом	фрикционным диском
Разные	9	–	Опиловочные	Пилонасекательные	Правильно- и бесцентровообдирочные

Классификация металлорежущих станков

Тип					
4	5	6	7	8	9
—	—	—	—	—	—
Сверлильно-отрезные	Карусельные	Токарные и лобовые	Многорезцовые	Специализированные	—
Координатно-расточные	Радиально-сверлильные	Горизонтально-расточные	Отделочно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
Специализированные шлифовальные	—	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные и полировальные	Разные, работающие абразивами
—	—	—	—	—	—
Для нарезания червячных пар	Для обработки торцов зубьев	Резьбофрезерные	Зубоотделочные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообрабатывающие
Копировальные и гравировальные	Вертикальные бесконсольные	Продольные	Широкоуниверсальные	Горизонтальные консольные	Разные фрезерные
Долбежные	Протяжные горизонтальные	—	Протяжные вертикальные	—	Разные строгальные
Правильно-отрезные	Пилы			—	—
	ленточные	с дисковой пилой	ножовочные		
Балансировочные	Для испытания сверл и шлифовальных кругов	Делительные машины	—	—	—

Приложение Б

Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка 2А135 (немая схема)



СОДЕРЖАНИЕ

Сверлильные станки, инструменты и приспособления для работы на сверлильных станках

1 Основные типы сверлильных станков	4
2 Основные типы расточных станков	6
3 Обработка заготовок на вертикально-сверлильных станках	9
4 Вертикально-сверлильный станок 2А125	12
5 Инструменты для обработки отверстий	14
6 Приспособления к сверлильным станкам	34
7 Приёмы сверления различных отверстий	41
9 Литература	51
10 Приложение А. Классификация металлорежущих станков.	53
11 Приложение Б. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка 2А135 (немая схема)	54
12 Приложение В. Кинематическая схема радиально-сверлильного станка 2В56 (немая схема)	55

Учебное издание

**Агафонов Сергей Викторович
Охотин Михаил Васильевич**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ, ИНСТРУМЕНТЫ И
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ НА
СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ**

Учебно-методическое пособие

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР №070444 от 11.03.98 г.
Подписано в печать 26.12.13. Формат 60x84/16
Усл. печ. л. 3,5 Тираж 50

Издательство Иркутской государственной сельскохозяйственной академии
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный